

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE NIVEL DE LOS TANQUES DE
EMERGENCIA DE EMCALI TELECOMUNICACIONES**

CESAR ALBERTO VALENCIA AGUILAR

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA Y ELECTRONICA
PROGRAMA DE INGENIERIA MECATRONICA
SANTIAGO DE CALI
2013**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE NIVEL DE LOS TANQUES DE
EMERGENCIA DE EMCALI TELECOMUNICACIONES**

CESAR ALBERTO VALENCIA AGUILAR

Pasantía institucional para optar al título de Ingeniero Mecatrónico

**Director
JUAN CARLOS MENA
Ingeniero Electricista**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA Y ELECTRONICA
PROGRAMA DE INGENIERIA MECATRONICA
SANTIAGO DE CALI
2013**

Nota de Aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Mecatrónico.

JIMMY TOMBÉ ANDRADE

Jurado

JUAN CARLOS MENA

Director

Santiago de Cali, 9 de diciembre del 2013

Dedico a Dios por su infinita bondad y amor primero que todo, por haberme permitido llegar hasta este punto, y ver culminada una de las etapas más esperadas e importantes de mi vida

A mi padre Jairo Valencia y a mi madre Claudia Aguilar Castro, por los ejemplos de constancia y perseverancia que lo caracterizan y que me ha inculcado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su cariño, por haberme apoyado y aguantado en todo momento, por sus valores, por la motivación y constantes consejos, que me han permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis familiares; a mi hermano Cristian Camilo Valencia Aguilar, por ser una persona que me ha enseñado mucho a través de los años, me ha guiado y me ha animado en los momentos más frágiles de mi vida, a mi sobrino Luis Felipe, a mi tía Amparo, A mi tío Yesid, A mi tía Gloria, A mi tío Darío. A mis primos David, Vanesa, Jerson, Daniela, Alex, Alfredo, En especial a mi abuelita Bernarda Castro De Aguilar, a todos ellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de este proyecto de grado, por ser el ejemplo de una familia unida y llena de valores de la cual aprendí demasiado.

¡Gracias a ustedes!

A mis maestros; por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de este proyecto de grado.

A mis amigos; que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos y compartiendo grandes aventuras, sonrisas y triunfos: Alejandro Goyes, Lina Chavarro, Miguel Ángel Ramírez, Juan Diego Martínez, Leonardo Esteban Sánchez, Natalie Morales, José Vicente, Cristian Gaitán, Santiago Hincapié, Antonio Huete. A todos ellos muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis más sinceros agradecimientos a todos aquellos que, de alguna u otra manera, contribuyeron en la realización del presente trabajo.

Profesor Juan Carlos Mena, Ingeniero Electricista de la Universidad Autónoma de Occidente, Director de Trabajo de Grado.

Profesor Jesús Alfonso López, Ingeniero Electricista, Director del Programa de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Autónoma de Occidente.

Rogelio Pinillo, Ingeniero Electrónico, Tutor Empresarial de EMCALI Telecomunicaciones.

Diego Alonso Mena Castellanos, Ingeniero Electricista, Jefe Departamento Equipos de Apoyo de EMCALI Telecomunicaciones.

Rosse Mery García Becerra, Abogada, Departamento De Regulación EMCALI.

CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| RESUMEN | 14 |
| SUMMARY | 15 |
| INTRODUCCIÓN | 16 |
| 1. ANTECEDENTES | 17 |
| 2. PROBLEMA DE INVESTIGACION | 18 |
| 2.1.DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA | 18 |
| 2.2.PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN | 19 |
| 3. JUSTIFICACIÓN | 20 |
| 4. OBJETIVOS | 21 |
| 4.1.OBJETIVO GENERAL | 21 |
| 4.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 21 |
| 5. MARCO DE REFERENCIA. | 22 |
| 5.1.MARCO TEÓRICO | 22 |
| 5.1.1. Medición De nivel | 22 |
| 5.1.1.1. Sensores de nivel | 22 |
| 5.1.1.2. Sensores nivel de boya | 22 |
| 5.1.1.3. Sensores por presión | 23 |
| 5.1.1.4. Sensores radar o ultrasonido | 23 |
| 5.1.1.5. Sensores tipo burbujeo | 24 |

| | |
|---|----|
| 5.1.2. Redes de comunicaciones | 25 |
| 5.1.2.1. Redes informáticas | 25 |
| 5.1.2.2. Comunicación de bus de campo | 25 |
| 5.1.3. Comunicaciones remotas. | 26 |
| 5.1.3.1. Comunicación radar | 27 |
| 5.1.3.2. Comunicación GSM | 27 |
| 5.1.3.3. Sistema S.C.A.D.A. | 28 |
| 6. METODOLOGÍA. | 30 |
| 6.1.ARQUITECTURA DE LA TECNOLOGÍA | 30 |
| 6.1.1. Cambios debidos a las herramientas. | 30 |
| 6.1.2. Variedad del producto. | 30 |
| 6.1.3. Estandarización. | 30 |
| 6.1.4. Desempeño. | 30 |
| 6.1.5. Identificación de las necesidades | 31 |
| 6.1.6. Establecer Especificaciones Preliminares | 31 |
| 6.1.7. Generar conceptos | 31 |
| 6.1.8. Selección de tecnología | 31 |
| 6.1.9. Probar conceptos | 31 |
| 6.1.10. Costes del proyecto. | 31 |
| 7. DESARROLLO DE PROYECTO | 33 |
| 7.1.IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES | 33 |
| 7.1.1. Planteamientos de la empresa. | 33 |

| | |
|---|-----------|
| 7.1.2. Establecer especificaciones preliminares. | 33 |
| 7.1.3 Análisis de la matriz de calidad Q.F.D. | 36 |
| 8. DISEÑO Y SELECCIÓN DE CONCEPTOS | 39 |
| 8.1 ¿CÓMO SE ALIMENTARA EL SISTEMA? | 39 |
| 8.1.1. Concepto 1 | 40 |
| 8.1.2. Concepto 2 | 40 |
| 8.2. ¿CÓMO SE MEDIRÁ EL NIVEL DEL TANQUE? | 43 |
| 8.2.1. Concepto 1 | 45 |
| 8.2.2. Concepto 2 | 46 |
| 8.2.3. Concepto 3 | 47 |
| 8.3. ¿CÓMO SE ACONDICIONARAN LAS SEÑALES DE LOS TANQUES PARA EL SISTEMA? | 48 |
| 8.3.1. Opción 1 | 49 |
| 8.3.2. Opcion 2 | 49 |
| 8.4. ¿CÓMO SE ESTABLECERÁ LA INTERFAZ CON EL USUARIO? | 51 |
| 8.4.1. Opción 1 | 51 |
| 8.4.2. Opción 2 | 51 |
| 8.5. ¿CÓMO SE TRANSPORTARAN LOS DATOS DE LOS TANQUES A LA CENTRAL DE OPERACIONES? | 53 |
| 8.5.1. Opción 1 | 53 |
| 8.5.2. Opción 2 | 53 |
| 8.5.3. Opción 3 | 54 |
| 9. PRUEBA DE CONCEPTOS | 56 |

| | |
|--|------------|
| 9.1.LISTA DE COMPONENTES | 59 |
| 10. ANÁLISIS ORGANIZACIONAL | 60 |
| 10.2. RESPONSABILIDADES POR CARGO OPERARIO | 60 |
| 11. DISTRIBUCIÓN GEOMÉTRICA | 63 |
| 12. PRESUPUESTO | 66 |
| 13. BENEFICIOS GENERADOS POR EL PROYECTO | 68 |
| 14. .ESTUDIO DE VIABILIDAD - CONSTRUCCIÓN DEL FLUJO DE FONDOS | 69 |
| 14.1. ANÁLISIS DEL FLUJO DE FONDOS | 73 |
| 15. CRONOGRAMA | 74 |
| 16. CONCLUSIONES | 75 |
| 17. RECOMENDACIONES | 756 |
| BIBLIOGRAFÍA | 77 |
| ANEXOS | 79 |

LISTA DE CUADROS

| | |
|---|-----------|
| Cuadro 1. Especificaciones Del Proyecto. | 33 |
| Cuadro 2. Tabla de Criterios de evaluación | 41 |
| Cuadro 3. Selección De Componentes Para Alimentación. | 42 |
| Cuadro 4. Datos Generales De Los Tanques De Las Plantas De Emergencia. | 44 |
| Cuadro 5. Selección De Componentes Para Nivel. | 48 |
| Cuadro 6. Selección De Componentes Para Acondicionamiento. | 50 |
| Cuadro 7. Selección de componentes para la interfaz. | 52 |
| Cuadro 8. Evaluación Del Tipo De Comunicación. | 55 |
| Cuadro 9. Componentes Para Los Tanques. | 59 |
| Cuadro 10. Funciones operativas y propuesta realizada. | 62 |
| Cuadro 11. Distribución de tanques en la ciudad. | 63 |
| Cuadro 12. Tabla Del Precio Del Sistema. | 66 |
| Cuadro 13. Matriz A.I.U del proyecto. | 67 |
| Cuadro 14. Matriz Flujo De Fondos. | 71 |
| Cuadro 15. Cronograma de actividades. | 74 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----------|
| Figura 1. Descripción Gráfica del Tanque | 18 |
| Figura 2. Forma De Medición De Nivel. | 23 |
| Figura 3. Funcionamiento De Sensor De Presión. | 23 |
| Figura 4. Funcionamiento De Sensor Por Ultrasonido. | 24 |
| Figura 5. Funcionamiento De Sensor Por Burbujeo. | 24 |
| Figura 6. Comunicación Radar Mono-Estático. | 27 |
| Figura 7. Sistema Funcional De La Comunicación GSM. | 28 |
| Figura 8. Sistema de Funcionamiento SCADA | 28 |
| Figura 9. Matriz Q.F.D Del Diseño Del Proyecto | 36 |
| Figura 10. Caja negra del proyecto | 37 |
| Figura 11. Descomposición Funcional. | 38 |
| Figura 12. Funcionamiento de la planta. | 39 |
| Figura 13. Alimentación Del Sistema | 40 |
| Figura 14. Forma De Implementación Del Banco De Baterías. | 41 |
| Figura 15. Tanque De Emergencia Foto Tomada Con Autorización Del Ingeniero Rogelio Pinillo Por Cesar Valencia (Propiedad De Emcali Telecomunicaciones). | 43 |
| Figura 16. Diagrama de instalación del sensor. b) Sensor de ultrasonido non-touch. | 45 |
| Figura 17. A) forma de implementación del sensor. B) Forma de implementación del sensor. | 46 |
| Figura 18. Sensor Capacitivo. | 47 |
| Figura 19. Acondicionamiento De La Señal. | 49 |

| | |
|---|-----------|
| Figura 20. Esquema de un P.L.C. | 49 |
| Figura 21. Interfaz S.C.A.D.A De Un Sistema De Nivel De Un Tanque. | 51 |
| Figura 22. Distribución De Cables A La Central De Operaciones. | 53 |
| Figura 23. Sistema de comunicación GPS/GPRS. | 54 |
| Figura 24. Forma De La Radio Frecuencia. | 54 |
| Figura 25. Fuente de Alimentación. | 56 |
| Figura 26. Salida de la Fuente | 56 |
| Figura 27. Simulación del Tanque | 57 |
| Figura 28. Vistas del tanque a) superior, b) lateral, c) inferior | 58 |
| Figura 29. Componentes para los tanques | 59 |
| Figura 30. Tanque de emergencia foto tomada por Cesar Valencia (Propiedad de Emcali telecomunicaciones). | 61 |
| Figura 31. A) y B) Planta de emergencia. Foto tomada con autorización del ingeniero Rogelio pinillo por Cesar Valencia (Propiedad de Emcali telecomunicaciones). | 61 |
| Figura 32. Distribución de los tanques en Cali. | 63 |
| Figura 33. Forma y distribución del sistema. | 65 |

LISTA DE ANEXOS

| | |
|--|-----------|
| Anexo A. Costos De La Empresa De Automatización Colsein | 80 |
| Anexo B. Materiales del sistema seleccionado. | 82 |

RESUMEN

El proyecto que se realizó tiene como objetivo diseñar en EMCALI TELECOMUNICACIONES un sistema de comunicación capaz de visualizar los niveles de gasolina que contiene los tanques de emergencia para su mantenimiento, llenado y Distribución en diferentes puntos de la ciudad de Santiago de Cali.

Para llevarlo a cabo el proyecto, se recolectó información de asesores de temas como: Instrumentación, tipo de comunicación, tipo de software y hardware para su ejecución. Así mismo, se analizó los diferentes costos de la empresa para llevar a cabo su implementación.

Se obtuvo como resultado por medio de la metodología implementada en el proyecto, los análisis de selección de conceptos, la tecnología a implementar, la viabilidad del proyecto y su presupuesto para implementarlo, además se hizo un diseño general de la interfaz para su implementación.

El principal propósito de este proyecto fue crear un diseño de sistema de monitoreo de nivel de los tanques de emergencia de EMCALI telecomunicaciones, para facilitar el proceso de control de combustible.

Palabras claves: Instrumentación, tipo de comunicación, tipo de software y hardware, viabilidad.

SUMMARY

The project which aims to design performed in EMCALI telecommunications system capable of displaying the levels of fuel emergency tanks for maintenance, filling and distribution in different parts of the city of Santiago de Cali.

To carry out the project, information was collected by engineers who knew of topics such as sensors, communication, type of software and hardware for execution. Also, we analyzed the different costs of the company to carry out its implementation.

Result was obtained by the methodology used in the project, the concept selection analysis, the technology to implement the feasibility of the project and it's viable to implement it, and became a general design of the interface for implementation.

The main purpose of this project was to create a monitoring system design fuel level tanks to facilitate fuel control process in EMCALI telecommunications.

Keywords: Instrumentation, type of communication, type of software and hardware Viability.

INTRODUCCIÓN

El siglo XXI, una época que busca el aprendizaje rápido e innovación a gran escala, con métodos para mejorar los procesos productivos, logrando una reducción en los tiempo de realización y con mayores estándares de calidad. Es un tiempo donde se investigan técnicas para la elaboración de sistemas autónomos que ayuden a la actividad productiva de los operarios, siempre buscando la eficacia y eficiencia con el apoyo de los avances tecnológicos.

Desde este punto de vista tecnológico, la medición es un factor crucial para cualquier sistema productivo porque proporciona la información que muestra realidad del proceso, facilitando la toma de decisiones en cualquier tipo de empresa.

Tal es el caso de las empresas municipales de Cali-EMCALI en la sección de telecomunicaciones, donde se tienen algunos problemas en la medición del nivel de los 31 tanques de combustible distribuidos en la ciudad de Santiago de Cali, que se usan como apoyo para los procesos de generación de energía.

Por esta razón, se planteó diseñar un sistema de monitoreo de los tanques, que permita llevar un registro de lo que sucede y así poder tomar decisiones a tiempo para que el proceso siga funcionando sin alteraciones y sin pérdidas de tiempo. Adicionalmente con la información obtenida se puede establecer un método de control de inventario para evitar pérdidas de combustible en su distribución.

Este proyecto se moviliza se moviliza en el presente documento en quince numerales, donde se desarrolla: descripción del problema de la empresa, justificación del proyecto, los objetivos generales y específicos, antecedentes, marco teóricos, metodología para establecer medidas métricas, entre otros. Igualmente se investigó y selecciono la tecnología necesaria para la implementación del sistema, se realizó una distribución geométrica del proyecto, en donde se manipuló herramientas de simulación para su implementación en vida real, se pensó diseñar la interfaz de medición y monitoreo para la central. A la par se realizó un estudio económico de viabilidad del proyecto para su implementación y se hizo un cronograma del tiempo hacer el proyecto, y las conclusiones.

1. ANTECEDENTES

Existen grandes multinacionales que han diseñado sistemas de monitoreo remoto de este tipo, donde se deben tener en cuenta factores como los sensores que se necesitan para medir el nivel de tanques que contienen líquidos peligrosos por su volatilidad como lo es el Diésel, así como también los diferentes métodos existentes de comunicación para transmitir la información.

Entre estas grandes multinacionales se encuentran: la Siemens Y Endress+Hauser, que ya han implementado este tipo de sistema a nivel mundial en distribución para varios tanques en un mismo sitio con un aparato llamado Fieldgate FXA520¹, pero no en diferentes sitios que proporcionen una red de comunicación de visualización de estos niveles y que distribuyan esta información en datos. Las multinacionales proporcionan este sistema a un alto costo, aproximadamente de \$19.000.000² de pesos por tanque.

Otro diseño para la solución del problema que estas empresas multinacionales han implementado es un sistema tipo radar en donde la señal dirigida va por un receptor- emisor de antena que pasa la información a través de un bus de antenas hasta llegar al cuartel central, normalmente estas antenas tienen que estar por lo menos a 2 Km de visibilidad y sin presencia de ondas electromagnéticas, este proyecto para la implementación por tanque ronda alrededor de \$5 a \$10 millones de pesos.

Finalmente, también se ha planteado otra solución al problema por parte de las multinacionales, la cual en un método muy sencillo pero más costoso. En este método el sensor que mide el nivel genera datos que son enviados a un computador, el cual está conectado en una red Ethernet para que los datos estén en tiempo real y puedan ser registrados vía web, el problema radica que en cada tanque es necesario tener un computador lo cual incrementa los costos de implementación, este proyecto ronda alrededor de los \$15 millones de pesos por cada tanque.

Por estas razones a EMCALI no le favorece estas soluciones, dadas las restricciones presupuestales que tiene para este proyecto

¹Fieldgate FXA520. Colsein medición y Automatización Ltda. Katherine E. Muñoz Cali 2013. Ingeniera Mecatronica [en línea]. Universidad autónoma de Occidente.[consultado el 20 de febrero del 2013] Disponible en internet: <http://www.mx.endress.com/#product/FXA520>.

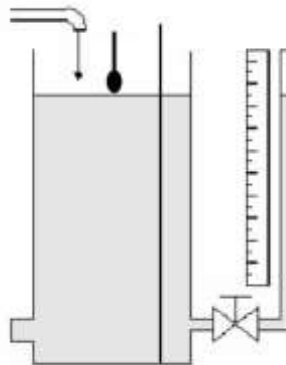
²Costo Del Montaje. Cali 2013 Colsein medición y Automatización Ltda.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACION

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la empresa EMCALI EICE-ESP TELECOMUNICACIONES se almacena combustible en tanques de emergencia que sirven como apoyo para las maquinas utilizadas en los procesos de energía, (esto ha sido así desde hace 10 años). Sin embargo, para que los operarios puedan hacer el llenado manual de estos tanques los cuales se encuentran en sitios muy lejanos, se tiene que realizar la medición del nivel de dichos tanques. El problema radica precisamente en este punto, porque la medición se está realizando directamente en el sitio de forma visual usando sensores análogos que consisten en un tubo de vidrio conectado al extremo inferior del tanque.

Figura 1. Descripción Gráfica del Tanque



Fuente: Medición de nivel, medición directa. [En línea][Consultado el 20 de febrero del 2013] Disponible en internet: <http://materias.fi.uba.ar/7609/material/S0303MedicionNivel1.pdf>

Esto genera errores en los registros del nivel del líquido en cada tanque por las inexactitudes en la medición con estos sensores, así como también, pérdidas de tiempo y dinero porque es obligatorio para el operario ir al sitio constantemente a ver en qué nivel se encuentra el tanque para realizar el proceso de llenado. Esto permite plantear la siguiente pregunta.

2.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál será el mejor método para hacer la medición del nivel de los tanques que almacenan combustible y como llevar esa información a través de grandes distancias hasta el cuarto de control?

3. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto es importante para la empresa debido a que requieren un registro detallado del nivel de los tanques que permita realizar un control de inventario, adicionalmente el sistema debe generar una alerta cuando sus niveles estén por debajo de una medición crítica, de esta manera con esta alarma el operario podrá tomar a tiempo las decisiones correctas para que el proceso siga funcionando sin alteraciones.

Este sistema favorecerá a la empresa en eficiencia y economía en cuanto al llenado de combustible de las máquinas minimizando pérdidas de tiempo en los procesos de producción. La información debe ser enviada a un cuartel central de operaciones para su monitoreo y es posible que en el futuro este sistema de monitoreo pueda ser implementado en otros tanques de la empresa.

Este proyecto es importante también a nivel personal dado que complementará mi formación académica y profesional. Gracias a la investigación de esta temática se ampliaron mis conocimientos de mi carrera en lo relacionado con la electrónica y las telecomunicaciones temas de suma importancia en mi formación.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de monitoreo remoto de nivel de los tanques de emergencia de almacenamiento de combustible para la empresa Emcali EICE-ESP telecomunicaciones.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar y seleccionar la tecnología necesaria (sensores, equipos, software y redes de comunicación) para la implementación del sistema de monitoreo remoto de nivel.
- Diseñar el sistema de medición y monitoreo remoto para la central de operaciones.
- Realizar un estudio económico de la viabilidad del proyecto de monitoreo, para su implementación.

5. MARCO DE REFERENCIA.

5.1. MARCO TEÓRICO

A continuación definiremos algunos conceptos necesarios para la implementación y realización de este proyecto.

5.1.1. Medición De nivel. El conocimiento del nivel de un líquido dentro de un recipiente puede necesitarse simplemente para comprobar la cantidad de material en existencia, para determinar el volumen de un líquido que se suministra a un proceso, o bien puede ser la medición primaria en un sistema de regulación destinado a mantener el nivel en un recipiente que forma parte de un proceso continuo.³

5.1.1.1. Sensores de nivel. Es un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular.⁴ A partir de la medida de nivel del líquido acumulado en un tanque y conociendo su densidad y geometría, del mismo (dimensiones), puede determinarse el volumen y la masa.

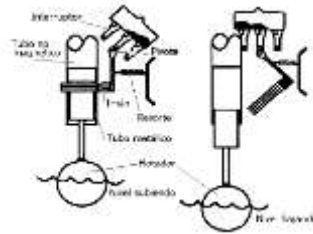
A continuación se nombrarán los diferentes tipos de sensores que puedan hacer la medición de nivel:

5.1.1.2. Sensores nivel de boya. Son variaciones de resistencia de un sensor resistivo producidas por una boya al flotar, y transmitidas a través de un eje al sensor resistivo.

³ Jeannette A. German. Medición de niveles [en línea] [consultado en enero 28 del 2013], I. Disponible en internet:
<http://www.industriaynegocios.cl/Academicos/AlexanderBorger/Docts%20Docencia/Seminario%20de%20Aut/trabajos/2001/Alvarez%20Labarca/Medicion%20de%20Niveles.htm>

⁴ Definición de sensor [en línea][consultado en febrero 1 del 2013]. Disponible en internet:
<http://es.scribd.com/doc/50052577/Definicion-de-sensor>

Figura 2. Forma De Medición De Nivel.

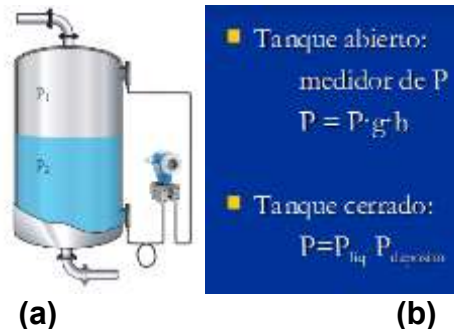


Fuente: documentos técnicos: instrumentación industrial [en línea] [consultado en febrero 21 del 2013] disponible en el internet:

<http://www.tecnoficio.com/docs/doc60.php>

5.1.1.3. Sensores por presión. Medir la presión que se genera en el fondo del depósito debido a la presión hidrostática y relacionar dicha medida con la altura del líquido que crea dicha presión. En el caso de depósitos cerrados y presurizados, la presión hidrostática de la columna de líquido origina una diferencia de presión.

Figura 3. Funcionamiento De Sensor De Presión.



Fuente: Sensores.Endress+Hauser [en línea] Cali 2013. Guía de mantenimiento.

5.1.1.4. Sensores radar o ultrasonido. Se basan en ondas sonoras de alta frecuencia (20-40 KHz) que se propaga por la fase gas hasta que choca con el líquido, se refleja y alcanza el receptor situado en el mismo punto que el emisor. Para generar ultrasonido se utilizan habitualmente materiales o líquidos piezoeléctricos en los que se generan tensiones eléctricas al aplicarles una presión mecánica el efecto piezoeléctrico se debe a que la presión provoca una deformación de la retícula cristalina que da lugar, a su vez, a un desplazamiento de las cargas eléctricas moleculares, lo que hace que aparezcan diferencias de potencial entre las caras del material.

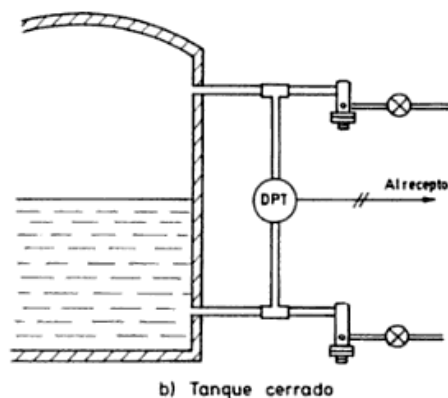
Figura 4. Funcionamiento De Sensor Por Ultrasonido.



Fuente: Sensores.Endress+Hauser [en línea] Cali 2013. Guía de mantenimiento.

5.1.1.5. Sensores tipo burbujeo. Se emplea un tubo sumergido en el líquido a través del cual se hace burbujear aire mediante un elemento rotatorio el cual tiene un regulador de caudal incorporado. La presión del aire en la tubería equivale a la presión hidrostática ejercida por la columna de líquido, es decir, al nivel. El regulador de caudal permite mantener un caudal de aire constante a través del líquido independiente del nivel. El sistema puede implementarse tanto en tanques abiertos como cerrados para ser medidas a través de un transmisor de presión diferencial⁵.

Figura 5. Funcionamiento De Sensor Por Burbujeo.



Fuente: Antonio Creus Instrumentación Industrial 7 edición Barcelona 1998. [Consultado en marzo 3 del 2013]. pág. 199-200

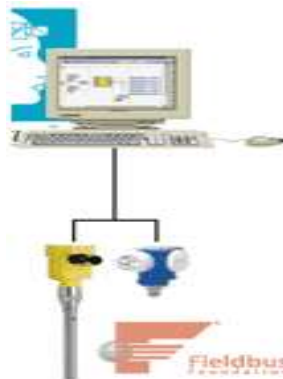
⁵ Antonio Creus Instrumentación Industrial 7 edición Barcelona 1998. [Consultado en marzo 3 del 2013]. pág. 199-200

5.1.2. Redes de comunicaciones. Es el medio de interactuar, dos o más datos de información de un emisor y un receptor haciendo que tenga funcionamiento practico para así darle un uso a un proceso por medios tecnológicos. Este concepto se abarca más en las telecomunicaciones que es transmitir un mensaje desde un punto a otro, normalmente con el atributo típico adicional de ser bidireccional por la parte de redes informáticas.

5.1.2.1. Redes informáticas. Las redes de la informática son mecanismos que se caracterizan por ser muy autónomos y están conectados entre sí por medios físicos y/o lógicos y que pueden comunicarse para compartir recursos. Estos medios deben resistir un ambiente hostil donde exista gran cantidad de ruido electromagnético y condiciones ambientales duras. En el uso de comunicaciones industriales se pueden separar dos áreas principales: una comunicación a nivel de bus campo, y una comunicación hacia el S.C.A.D.A.

5.1.2.2. Comunicación de bus de campo. Es un sistema de dispositivos de campo (sensores y actuadores) y dispositivos de control, que comparten un bus digital serie bidireccional para transmitir informaciones entre ellos, sustituyendo la transmisión convencional analógica punto a punto. Permiten sustituir el cableado entre sensores-actuadores y los correspondientes elementos de control. Este tipo de buses debe ser de bajo costo con tiempos de respuesta mínimos, permitir la transmisión serie sobre un bus digital de datos con capacidad de interconectar controladores con todo tipo de dispositivos de entrada-salida, sencillos y permitir controladores esclavos inteligentes.

Figura 6. Comunicación por Bus.



Fuente: José C. Villajulca Sistema de control distribuido con “Field bus” [en línea]. 2010 [consultado el mayo 20 del 2013] disponible en internet: <http://www.instrumentacionycontrol.net/cursos-libres/automatizacion/curso-supervision-procesos-por-computadora/item/272-sistemas-de-control-distribuido-con-fieldbus.html>

Las ventajas de los Buses de campo, si son correctamente elegidos para la aplicación del proyecto son:

- Flexibilidad: El montaje de un nuevo instrumento supone la simple conexión eléctrica al bus y una posterior configuración/programación, normalmente remota (desde la sala de control). Si se trata de buses abiertos, resultará posible la conexión de instrumentos de distintos fabricantes al mismo bus.
- Seguridad: Transmisión simultánea de señales de diagnóstico de sensores y actuadores, permitiendo así instalaciones más seguras.
- Precisión: Transmisión totalmente digital para variables analógicas.
- Facilidad de mantenimiento: Resulta posible diagnosticar el funcionamiento incorrecto de un instrumento y realizar calibraciones de forma remota desde la sala de control.
- Reducción de la complejidad del sistema de control en términos de hardware:
- Reducción drástica del cableado. Se elimina la necesidad de grandes armarios de conexiones para el control del equipamiento asociado. Reducción del número de P.L.C's. Reducción de tiempo de instalación y personal necesario para ello.

Por el contrario, la principal desventaja que ofrece la utilización de un bus de campo es la posible ruptura del cable del bus lo cual conllevaría la caída de todos los elementos que estuvieran conectados al mismo y probablemente una parada general del proceso productivo.

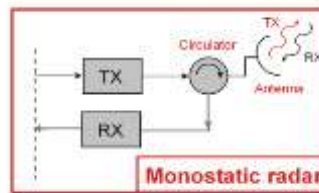
5.1.3. Comunicaciones remotas. Hoy en día, en la mayoría de las empresas, surge la necesidad de disponer de la información corporativa en cualquier lugar donde nos encontremos y en línea. La conexión remota se realiza desde equipos externos, con acceso a cualquier instrumento que posea un receptor y un emisor, para comunicarse con el servidor o con puestos de trabajo de la empresa. Los beneficios de este sistema son:

- Integridad, confidencialidad y seguridad de datos.
- Acceso en tiempo real a la información de la empresa desde cualquier lugar.
- Mayor productividad.

A continuación se mostraran los tipos de comunicaciones remotas para la aplicación.

5.1.3.1. Comunicación radar. Sistema de radio determinación que utiliza las comparaciones entre las ondas reflejadas/retransmitidas desde la posición a detectar ⁶ la clasificación del sistema radar que están clasificado en dos sistemas: mono-estático transmite y reciben a través de una antena común y multi-estático que son dos o más antenas transmisoras o receptoras separadas a distancias mayores que su tamaño.

Figura 6. Comunicación Radar Mono-Estático.

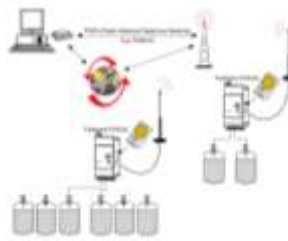


Fuente: Jarabo Amores Introducción a los sistemas de radar Pilar 2009. [Consultado el mayo 20 del 2013] [En línea] Disponible en internet: <http://agamenon.tsc.uah.es/Asignaturas/it/tsr/apuntes/Introduccion.pdf>

5.1.3.2. Comunicación GSM. Mejor conocido como GRUPO ESPECIAL MOVIL fue el organismo que se encargó de la configuración técnica de una norma de transmisión y recepción para la telefonía en un sistema europeo de telefonía móvil digital a 900 MHz. en una red GSM, la terminal del usuario se llama estación móvil. Una estación móvil está constituida por una tarjeta SIM (*Módulo de identificación de abonado*), que permite identificar de manera única al usuario y a la terminal móvil, o sea, al dispositivo del usuario de la tarjeta SIM permite identificar a cada usuario independientemente de la terminal utilizada durante la comunicación con la estación base. Las comunicaciones entre una estación móvil y una estación base se producen a través de un vínculo de radio

⁶ ITU (International Telecommunication Union) [consultado el mayo 20 del 2013] [en línea] disponible en internet: <http://www.tiaonline.org/policy/trade/international-telecommunication-union-itu>

Figura 7. Sistema Funcional De La Comunicación GSM.

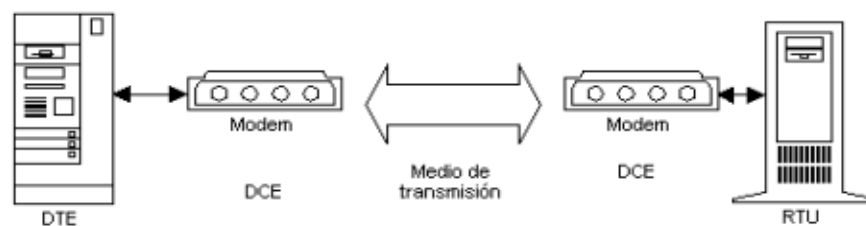


Fuente: Ibíd. Ver nota de pie 1

5.1.3.3. Sistema S.C.A.D.A. Los sistemas S.C.A.D.A (Supervisión de control y Adquisitivos de datos) son aplicaciones de software, diseñadas con la finalidad de controlar y supervisar procesos a distancia. Se basan en la adquisición de datos de los procesos remotos. Un software SCADA debe ser capaz de ofrecer al sistema:

- Posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.
- Generación de datos históricos de las señales de planta, que pueden ser volcados para su proceso sobre una hoja de cálculo.
- Ejecución de programas, que modifican la ley de control, o incluso anular o modificar las tareas asociadas al autómatas, bajo ciertas condiciones.
- Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador.

Figura 8. Sistema de Funcionamiento SCADA



Fuente: Richard G. Johnny F. Yaneth Sistema S.C.A.D.A [en línea], Universidad Fermín Toro Venezuela 2013[Consultado el mayo 20 del 2013]. F disponible en internet: <http://www.galeon.com/hamd/pdf/scada.pdf>

La figura siguiente muestra la conexión de los equipos con las interfaces para el medio de comunicación. Los módems, llamados también Equipo de Comunicación de Datos (DCE, Data Communication Equipment), son capaces de recibir la información al DTE (Data Terminal Equipments), hacer los cambios necesarios en la forma de la información y enviarla por un medio de comunicación hacia el otro DCE, el cual recibe la información y la vuelve a transformar para que pueda ser leído por el DTE.⁷

⁷ Ing. Henry Díaz Sistema S.C.A.D.A. Fundamento teórico [en línea] [Consultado el mayo 20 del 2013] disponible en internet: <http://hamd.galeon.com/>

6. METODOLOGÍA.

6.1. ARQUITECTURA DE LA TECNOLOGÍA

En la arquitectura de los implementos para el montaje de los tanques de emergencia de las plantas, se tuvo en cuenta varios aspectos fundamentales para su selección y diseño a la hora de ser escogidos. Entre ellas se tuvieron en cuenta los siguientes⁸:

6.1.1. Cambios debidos a las herramientas.

- Actualizaciones del software en la implementación de otros procesos industriales que estén en la planta y sean necesarios.
- Interfaz usuario maquina con facilidad de los empleados.

6.1.2. Variedad del producto.

- Forma manual de acondicionar los sistemas para la planta de operaciones para lograr la eficiencia de las plantas de emergencia y en otras aplicaciones.

6.1.3. Estandarización.

- Niveles de tanques
- Voltajes de salida de los sensores
- Frecuencias para la transmisión de datos
- Tiempo de los operarios en cargar los tanques

6.1.4. Desempeño.

- Norma ISO 21500 que establezca con las normas de presupuesto para la generación de proyectos a nivel nacional.

⁸ Andrés F. Navas. Identificación, necesidades y generación de conceptos. Universidad autónoma de occidente 2013

- Norma ISO 27001 en la protección de información puesto que en algunas empresas ciertos procesos en el control debe ser reservado.
 - Normas IP para su protección y estandarización de los elementos
 - Norma ISO 14000 donde se los parámetros ambientales a nivel nacional
- Para alcanzar dicho proyecto es necesario considerar las siguientes etapas:

6.1.5. Identificación de las necesidades. El proyecto tiene unos requerimientos de la empresa EMCALI telecomunicaciones para poner en marcha su solución. Se hace necesaria la tarea de discutir con el personal (Ingenieros, jefes de planta) de la empresa para plantear los datos primarios con parámetros cuantificables como guía para la generación de conceptos del problema.

6.1.6. Establecer Especificaciones Preliminares. En esta etapa se hace un modelo de determinaciones de las necesidades del cliente haciendo un marco estadístico a través de una herramienta llamada QFD (despliegue de funciones de calidad) para determinar un benchmarking de la satisfacción de la necesidad de Emcali teniendo en cuenta los productos de la competencia, del diseño del mismo y una solución económica razonable para el cliente.

6.1.7. Generar conceptos. A partir de las especificaciones técnicas que generamos en los preliminares, es necesario entonces hacer un diseño de su descomposición funcional (caja negra) de todos los recursos y que es lo que requiere la empresa para hacer una búsqueda externa con expertos y literaturas especializadas conociendo el tipo de software, hardware y funcionalidad del sistema y proporcionar una lluvia de ideas de un proyecto más elaborado

6.1.8. Selección de tecnología (Especificaciones técnicas de equipos y materiales). Se investigó a nivel de mercado tanto local, regional e internacional los sensores que se utilizan para la medición de nivel de líquidos combustibles, para ello se contactó con asesores de ventas de estos productos para ver cuál es más favorable desde el punto de vista tecnológico y económico para la implementación del proyecto.

6.1.9. Probar conceptos. En esta etapa para su prueba es necesario comunicar el concepto haciendo bocetos, simulación y prototipos funcionales del proyecto.

6.1.10. Costes del proyecto definido en reuniones con la empresa y la viabilidad del proyecto. La empresa Emcali Telecomunicaciones es muy exigente

en cuanto a esta etapa dado a que la empresa solamente financia procesos capaces de cumplir los requerimientos de calidad y eficiencia. Con todas las fases aprobadas y establecidas se hará un análisis de costos del proyecto para su puesta en marcha.

7. DESARROLLO DE PROYECTO

7.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES

Para la identificación de las necesidades del proyecto se discutió con el ingeniero de mantenimiento Rogelio Pinillo todos los requerimientos que tiene la empresa para el proyecto. A continuación, se nombraran las necesidades del proyecto.

7.1.1. Planteamientos de la empresa.

- El sistema debe ser durable y de fácil operación.
- No debe consumir mucha energía.
- A futuro queremos que se mida el nivel de los tanques no superiores a 200 galones usados en las plantas de emergencia.
- El sistema tiene que arrojar datos de nivel en tiempo real.
- El sistema debe ser lo más autónomo posible.
- El sistema debe ser monitoreado desde un computador dentro de la central de operaciones.
- El sistema no debe de ser muy costoso.

7.1.2. Establecer especificaciones preliminares.

Cuadro 1. Especificaciones Del Proyecto.

| NECESIDADES IDENTIFICADAS | MÉTRICA | UNIDAD |
|--|--------------------------|---------------|
| El sistema tiene un largo tiempo de vida. | Tiempo de vida máximo | años |
| Costos de mantenimiento bajos. | Tiempo de mantenimiento | hora |
| | Costos de Repuestos | \$ |
| Su sensor debe de ser lo más estructurado posible | Cumple con las normas IP | Binario (s/n) |

Cuadro 1. (Continuación)

| | | |
|---|--------------------------|---------------------|
| El sistema tiene una eficiencia energética con respecto a la medición | Consumo de Energía | W/h |
| El sistema reporta en tiempo real los niveles de los tanques de emergencia | Información al usuario | Lista |
| El sistema se puede acoplar fácilmente a cualquier entorno de operación. | Tamaño | metros ³ |
| El dispositivo funciona con 24 V DC | Fuente de Alimentación | Voltaje DC |
| La interfaz del sistema es amigable con el usuario. | Usabilidad de la maquina | Subjetivo |
| La máquina es autónoma. | Autonomía del sistema | Binario (s/n) |
| El sistema no debe de ser muy costoso | Economía del sistema | \$ |

Las necesidades anteriores fueron identificadas para facilitar el estudio y análisis del mercado e ingeniería. Se realizará un proceso de investigación a cada requerimiento teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

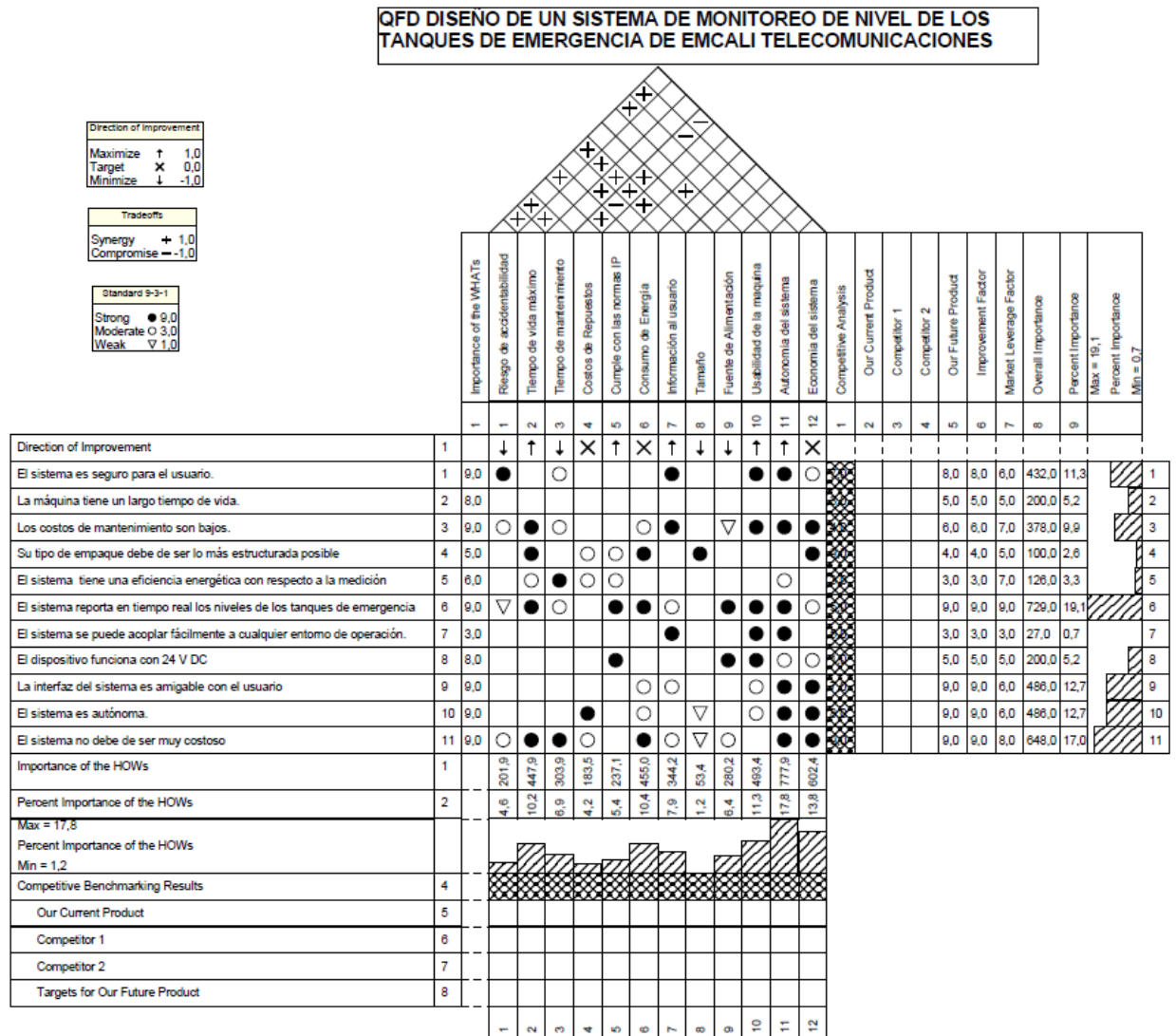
- Normas de calidad.
- Normas de seguridad.
- Tecnologías adecuadas para el proyecto.
- Materiales y herramientas, tanto de costos como de su facilidad de obtención en el mercado local y/o Internacional.
- Subjetividad debido a que algunas necesidades necesitan la opinión de los empleados de la empresa.
- El riesgo de accidentalidad depende primordialmente de las normas IP planteadas para su implementación.

A partir de la anterior información se diseñara la casa de la calidad QFD (Quality Función Deployment) que tiene como función centrar el proyecto con la satisfacción de las necesidades del cliente. QFD ⁹es una valiosa herramienta que se utilizara en el proyecto, su flexibilidad y adaptabilidad permite un buen desempeño para la empresa Emcali EICE-ESP telecomunicaciones, adaptando esta matriz se obtendrán los siguientes beneficios:

- Menor Tiempo de desarrollo desde el concepto hasta su implementación y arranque en producción.
- Diseño congruente con las necesidades y expectativas del cliente, a través de equipos multidisciplinarios.
- Satisfacción de las necesidades del cliente.
- Traduce los requerimientos del cliente desde un lenguaje ambiguo a los requerimientos de diseño específicos para el desarrollo del producto y su manufactura.
- Los requerimientos del cliente son medibles, alcanzables y potencialmente mejorables.
- En la planeación de productos y procesos operativos, ayuda a disminuir, e incluso a eliminar, las iteraciones de rediseño que se realizan en los métodos tradicionales ya que incorpora desde el principio los diferentes enfoques que intervienen en la definición de las características de productos y procesos.
- Promueve una mejor comunicación y labor de equipo entre el personal que interviene en todas las etapas, desde el diseño hasta la comercialización del producto.

⁹ Despliegue de la Función de calidad[en línea] [Consultado el mayo 20 del 2013]
Disponible en internet: <http://www.icicm.com/files/QFD.pdf>

Figura 9. Matriz Q.F.D Del Diseño Del Proyecto



Fuente: Casa de la calidad. 1988 [en línea] [consultado el 20 de junio del 2013] disponible en internet: <http://qfdcapture.com/>

7.1.3 Análisis de la matriz de calidad Q.F.D. En la figura 12 se muestra la necesidad más importante para tener en cuenta en el proceso de diseño y es que el sistema debe reportar en tiempo real los niveles de los tanques de emergencia y que no debe ser muy costoso, porque se busca que este sistema arroje los datos estandarizados de manera continua y precisa con un valor en pesos (\$) estable para la empresa, la primera necesidad tuvo un porcentaje de 19.1% y la segunda con un porcentaje de importancia del 17%.

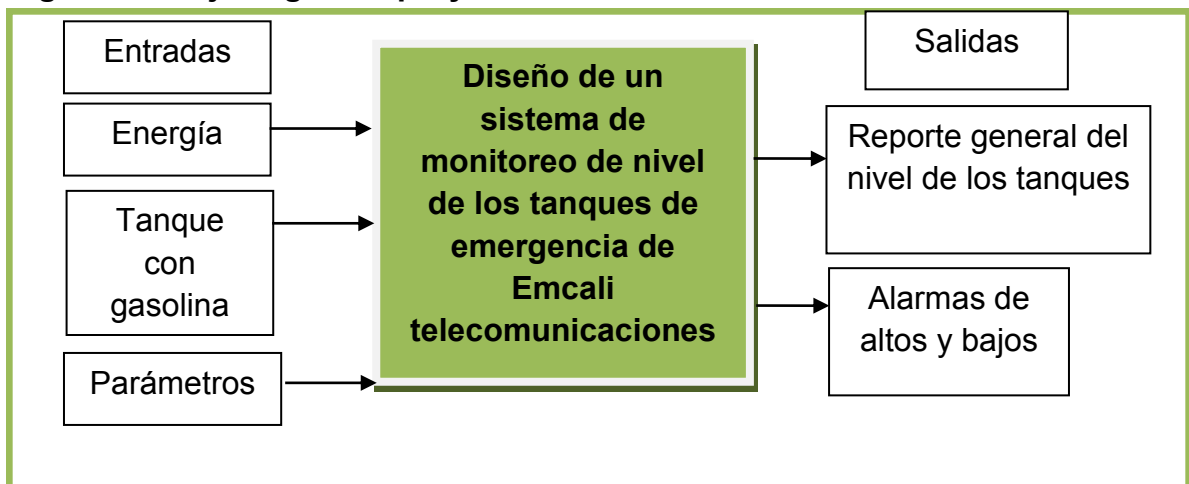
Se puede ver que la necesidad métrica es la más importante en la Autonomía del sistema, pues dependiendo de cómo solucione los niveles de los tanques sin interferencia de un operador hace que el sistema sea eficiente y con costes de producción mínimos, esta unidad métrica obtuvo un valor de 17.8%.

Existen otras necesidades con un porcentaje de importancia fuerte para tenerlos en cuenta en el proceso de diseño como son: la economía del sistema, la usabilidad del sistema y el bajo consumo de energía.

7.2. GENERACIÓN DE CONCEPTOS

Una vez definidas las necesidades, se procedieron a las generaciones de conceptos. Se decidió descomponer funcionalmente el sistema a implementar y definir de manera clara los bloques generales y funcionales que se necesitó para cumplir con los requerimientos de la empresa.¹⁰

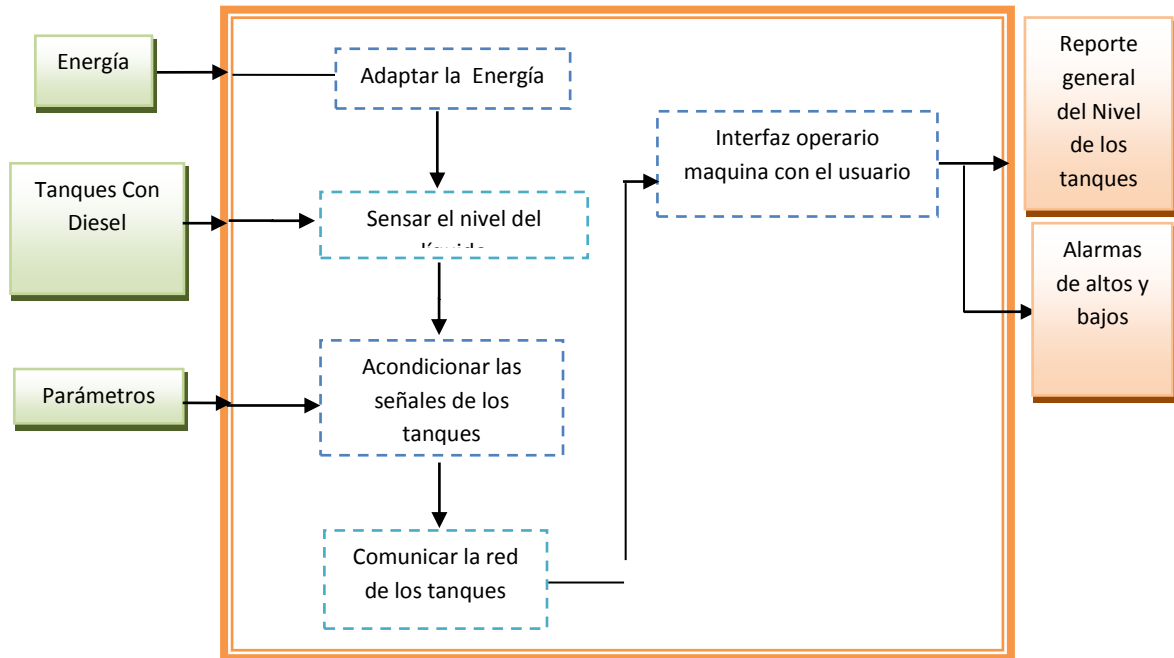
Figura 10. Caja negra del proyecto



Fuente: Méndez Arnaldo. Generación de Conceptos.2013 Universidad Autónoma De Occidente

¹⁰ Méndez Arnaldo. Generación de Conceptos [en línea] Cali 2013 Universidad Autónoma de Occidente [Consultado el mayo 20 del 2013]. Disponible en internet: <http://electronicayrobotica.wordpress.com/2013/03/16/uso-del-adc-con-pic16f887-encender-leds/>

Figura 11. Descomposición Funcional.



Fuente: Méndez Arnaldo. Generación de Conceptos. 2013 Universidad Autónoma De Occidente

Teniendo en cuenta la figura 13, se establecen las variables de entrada y salida del proyecto. Durante este análisis, se centró cada parte necesaria del proceso y poder analizar y realizar los conceptos de diseño del proyecto.

8. DISEÑO Y SELECCIÓN DE CONCEPTOS

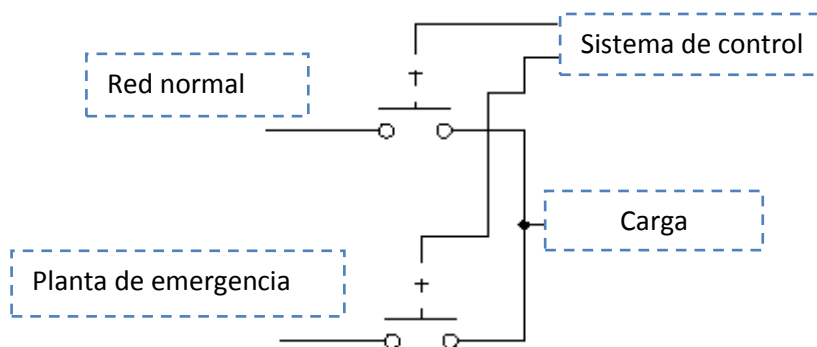
8.1 ¿CÓMO SE ALIMENTARA EL SISTEMA?

Las plantas de emergencia de Emcali EICE-ESP telecomunicaciones son plantas de combustión interna que a través de unos motores diesel generan energía. A continuación se darán sus especificaciones dadas por la empresa:

- Velocidades de 1800 R.P.M (revoluciones por minuto)
- Potencia de 400 KW
- Frecuencia de 60 Hertz
- Voltajes de salida de 120 Voltios AC.

Cada planta está distribuida de la siguiente manera:

Figura 12. Funcionamiento de la planta.



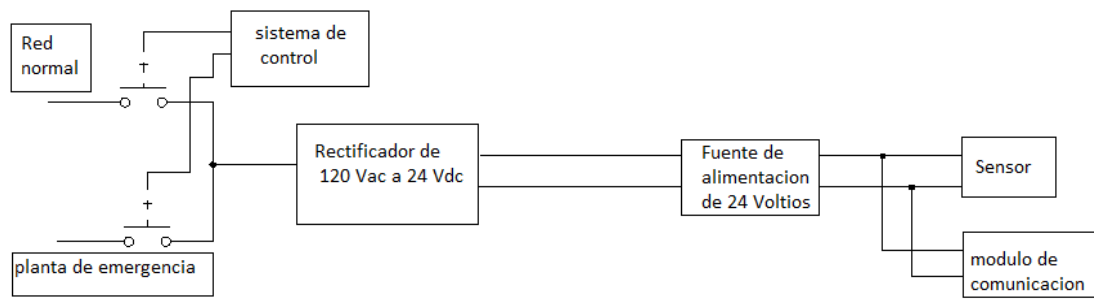
Fuente: ing. Germán Emcali EICE-ESP telecomunicaciones 2013, [consultado en junio 20 del 2013].

En la figura 15 podemos apreciar que cada sede de la empresa funciona con una red normal de energía y la otra es la planta de emergencia, ambos interruptores están conectados a un sistema de control que identifica cuando se debe de hacer la transferencia de energía, el sistema de control hace que se active la planta de cuando no haya energía eléctrica en la red normal.

A continuación será un análisis de conceptos para determinar la forma de alimentar el sistema:

8.1.1. Concepto 1. Las especificaciones para la alimentación eléctrica de los sistemas de medición y comunicación industrial se encuentran estandarizadas a un nivel de tensión entre 24 y 48 Vdc, por esta razón se considerara necesario instalar en cada uno de los tanques una conexión eléctrica proveniente del sistema de transferencias automática de 120 Voltios AC donde se acoplará una fuente de alimentación a 24 Vdc.

Figura 13. Alimentación Del Sistema

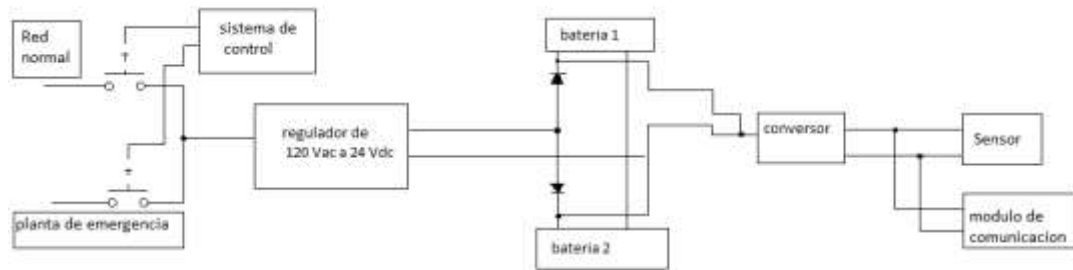


Sus características son:

- Fácil acondicionamiento
- Fidelidad de voltaje
- Mínimo tamaño
- Distribución en los módulos de una corriente máxima de 1 Amperio.

8.1.2. Concepto 2. La alimentación de los equipos de comunicación y de los sensores se hará a través de un banco de baterías, su alimentación estará después del sistema de transferencia de energía garantizando que siempre esté uno de los dos sistemas operando (el de la red comercial o la planta) suministrando carga. Los beneficios que tiene esta implementación es que tendrá la confiabilidad de que las fuentes se pueden separar con mayor facilidad en el mantenimiento y tendrán mayor fidelidad en el suministro de voltaje.

Figura 14. Forma De Implementación Del Banco De Baterías.



Las características del sistema son:

- Conmutación automática de rango 120 VDC
- Calidad estable y alta fiabilidad.
- Fabricación hermética
- Larga duración, tanto flotante como cíclica
- Sistema de ventilación de baja presión.
- Rejillas gruesas
- Baja auto descarga
- Alto amperaje hasta 1 amperio

Al ver estas dos opciones se diseñó una evaluación con criterios establecidos en la casa de calidad para determinar cuál fuente de alimentación servirá para la el proyecto.

Cuadro 2. Tabla de Criterios de evaluación

| | |
|----|---------------------------------|
| 1 | Riesgo de accidentalidad |
| 2 | Tiempo máximo de vida |
| 3 | Tiempo de mantenimiento |
| 4 | Costos de Repuestos |
| 5 | Cumple con las normas IP |
| 6 | Consumo de energía |
| 7 | Información al usuario |
| 8 | Tamaño |
| 9 | Fuente de alimentación |
| 10 | Usabilidad de la maquina |
| 11 | Autonomía del sistema |
| 12 | Economía del sistema |

Fuente: Arnaldo Méndez Selección de conceptos. 2013 Universidad autónoma de occidente.

A partir de los criterios mencionados en la figura 19, se piensa entonces hacer una evaluación de criterios para la selección de la alimentación del sistema.

La forma de calcular todos los conceptos será a través de matrices de tamizaje en donde + significa mejor que, 0 significa igual a y – significa peor que, con esta estandarización será entonces posible evaluar todos los conceptos para así seleccionar el parámetro.

Cuadro 3. Selección De Componentes Para Alimentación.

| Criterio selección de alimentación | | |
|---|-----------------------------|--------------------------|
| Criterios de evaluación | Fuente de 24 voltios | Banco de baterías |
| Riesgo de accidentalidad | - | - |
| Tiempo máximo de vida | + | + |
| Tiempo de mantenimiento | 0 | - |
| Costos de Repuestos | - | - |
| Cumple con las normas IP | 0 | 0 |
| Consumo de energía | - | + |
| Información al usuario | + | + |
| Tamaño | + | - |
| Fuente de alimentación | 0 | 0 |
| Usabilidad de la maquina | + | + |
| Autonomía del sistema | 0 | 0 |
| Economía del sistema | + | - |
| Positivos | +5 | +4 |
| Iguales | 4 | 3 |
| Negativos | 3 | 5 |
| Total | 2 | -1 |
| Selección | SI | NO |

8.2. ¿CÓMO SE MEDIRÁ EL NIVEL DEL TANQUE?

Los Tanques de almacenamiento del combustible Diesel se encuentran en posición horizontal para facilitar el acomodo e instalación de las plantas de emergencia.

Figura 15. Tanque De Emergencia Foto Tomada Con Autorización Del Ingeniero Rogelio Pinillo Por Cesar Valencia (Propiedad De Emcali Telecomunicaciones).



El tanque tiene un largo de 123 cm con un diámetro de 93 cm de modo que la ecuación del volumen de un cilindro es la siguiente:

Fórmula 1. Volumen de un tanque.

$$V = \pi r^2 h$$

Por lo tanto el volumen de los cilindros es de 0.8355 metros cúbicos lo que en galones seria aproximadamente 220 galones¹¹. El combustible diésel tiene densidad aproximada de:

¹¹ **Gallons to Cubic Meters Conversion** 2012 [en línea] [consultado en mayo 13 del 2013] Disponible en internet: <http://www.metric-conversions.org/es/volumen/galones-estadounidenses-liquidos-a-metros-cubicos.htm>

Fórmula 2. Densidad de la gasolina diésel.

$$\rho = 0.85 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

Entonces, se puede calcular la presión que tiene el tanque a través de la siguiente ecuación:

Fórmula 3. Presión del líquido en el tanque.

$$P = \rho gh$$

En donde g es la gravedad y h es la altura del tanque. Aplicando la formula la presión del tanque es aproximadamente de $7746.9Pa$ o 77.47Milibar . Además, Para la codificación y conmutación de los parámetros se utilizaron los datos estandarizados establecidos por la empresa de medición y automatización Colsein Ltda. La información requerida establece algunos datos como propiedades del líquido, para establecer la alimentación, el tipo de protección, entre otros.

Cuadro 4. Datos Generales De Los Tanques De Las Plantas De Emergencia.

| Líquido | Datos |
|--|--------------------------------------|
| Viscosidad | $2 - 5 \frac{\text{mm}^2}{\text{s}}$ |
| Constante Dieléctrica | 24 |
| Adherencia | No |
| Espuma | Si |
| Conductividad en $\frac{\mu S}{\text{cm}}$ | $5E^{-6}$ |
| Densidad | $0.85 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ |
| Abrasividad | Si |
| Temperatura en $^{\circ}\text{C}$ | 25 |
| Posición de montaje | Intemperie |
| Forma de limpieza | Manual |
| Grado de protección | 67 |
| Clasificación Eléctrica(Ex): | Clase 1 zona D |
| Tensión de alimentación | 120 Voltios |
| Señal de salida | estandarizada |
| Precisión | 5% |

Fuente: Colsein Ltda. Verificación para Aplicaciones de medición de nivel de la empresa. Cali 2013.

Con toda la información anterior se inició la evaluación de tipos de sensores o conceptos para saber que herramienta se utilizara para la medición del nivel del líquido contenido en el tanque.

8.2.1. Concepto 1. Para medir el nivel del líquido se instalara un sensor de tipo ultrasonido non-touch el cual es muy portable, tiene larga vida útil, se puede fijar en un tanque de combustible sin necesidad de taladrarlo y no requiere de contacto con el combustible.

El sensor será montado en la parte inferior de un tanque con líquido. El dispositivo electrónico, localizado en el exterior del tanque indicara el nivel del líquido contenido en su interior. El control de consumo de combustible será llevado a cabo por medio de un impulso de ultrasonidos. El impulso se transfiere desde el dispositivo a un líquido en la superficie del tanque, desde donde se refleja y pasa el consumo de combustible al sensor. La ecuación del sensor de ultrasonido viene dada de la siguiente forma:

Fórmula 4. Altura del tanque con un sensor de ultrasonido.

$$h = \frac{v * t}{2}$$

Fuente: Antonio Creus Instrumentación Industrial 2013[consultado el 27 de septiembre del 2013].

Figura 16. Diagrama de instalación del sensor. b) Sensor de ultrasonido non-touch.

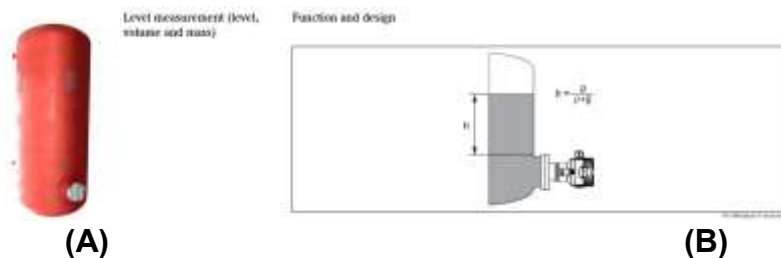


Fuente: Sistema de nivel remoto GSM.[en línea] [consultado el 30 de marzo del 2013] disponible en internet: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/ultrasonic-fuel-level-sensor-with-gps-devices-1261824795.html>

8.2.2. Concepto 2. Se utilizaría un sensor hidrostático en donde a partir de dos presiones diferenciales se medirá el nivel del tanque, este sensor tiene la capacidad de alta respuesta pues los niveles serán medidos a través de la presión, será instalado en la parte inferior del tanque, por lo que tendría que ser taladrado el tanque para su instalación. Este sensor tiene una alta eficacia para los procesos industriales y su desventaja es el mantenimiento ya que se requiere desocupar el tanque para su inspección y/o cambio.

A continuación se mostraran las ecuaciones para su cálculo:

Figura 17. A) forma de implementación del sensor. B) Forma de implementación del sensor.



Fuente: Sensor de presión. PMC51 Endress+Hausen.

Fórmula 5. Altura a través de dos presiones hidrostáticas.

$$h = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g}$$

Dónde:

- p_2 = presión hidrostática [bar o Pa]
- p_1 = presión del gas atrapado en el depósito [bar o Pa]
- ρ = densidad del líquido [kg / m³]
- g = gravedad o gravedad [m / s²]
- h = altura de la columna de líquido [m]

A continuación mostraremos algunas de las características presentes para la implementación de un sensor de presión:

- Error de característica $\leq 0,075\%$
- Estabilidad a largo plazo $\leq 0,25 \%/60$ meses
- Rango de medida De 0 - 1 mbar a 0 - 700 bar
- Alta exactitud
- Con compensación de variación de presión atmosférica

Se debe tener en cuenta que en el depósito de combustible, se forma encima del fluido una presión distinta del medio ambiente que no puede compensarse con la presión ambiental en el exterior. Esta presión encerrada provoca un incremento de la presión hidrostática sin una variación real del nivel. Por este motivo se debe medir esta presión para hacer su cálculo.

8.2.3. Concepto 3. Adaptar un Sensor Capacitivo en donde básicamente tendrá la función de un condensador .El cuerpo del sensor mediante un electrodo (dieléctrico) el cual se introduce dentro del tanque creando un voltaje el cual variará a medida que el nivel de combustible baje o suba. Este cambio de capacidad en el dieléctrico induce un cambio en la corriente eléctrica es sensado por el circuito generando una señal requerida para la compensación precisa entre la medida lineal y temperatura del mismo. En fluidos conductores el electrodo está aislado.

Se caracterizan por no tener partes móviles, son ligeros, presentan una buena resistencia a la corrosión y son de fácil limpieza. Tiene el inconveniente de que la temperatura puede afectar las constantes dieléctricas (0,1 % de aumento de la constante dieléctrica) y de que los posibles contaminantes contenidos en el líquido puedan adherirse al electrodo variando su capacidad y falseando la lectura, en particular en el caso de líquidos conductores. También se usan como interruptores de nivel.

Figura 18. Sensor Capacitivo.



Fuente: Siemens Point Level. Sensores de presión,[en línea] [consultado el 20 de mayo del 2013] disponible en internet:
<http://www.automation.siemens.com/mcms/infocenter/dokumentencenter/sc/pi/Documentsu20Brochures/7ML1996-5KR23.pdf>

A partir de los anteriores conocimientos se hará una evaluación de criterios para su selección:

Cuadro 5. Selección De Componentes Para Nivel.

| Criterios de evaluación | Criterio selección de nivel | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | Sensor ultrasonido Non-touch | Sensor Hidrostático | Sensor Capacitivo |
| Riesgo de accidentalidad | - | - | - |
| Tiempo máximo de vida | + | + | + |
| Tiempo de mantenimiento | + | - | - |
| Costos de Repuestos | + | - | - |
| Cumple con las normas IP | 0 | 0 | + |
| Consumo de energía | - | - | - |
| Información al usuario | + | + | - |
| Tamaño | + | - | - |
| Fuente de alimentación | 0 | 0 | - |
| Usabilidad de la maquina | + | + | + |
| Autonomía del sistema | + | + | + |
| Economía del sistema | + | - | - |
| Positivos | +8 | +4 | +4 |
| Iguales | 2 | 2 | 0 |
| Negativos | 2 | 6 | 8 |
| Total | 6 | -2 | -4 |
| Selección | SI | No | No |

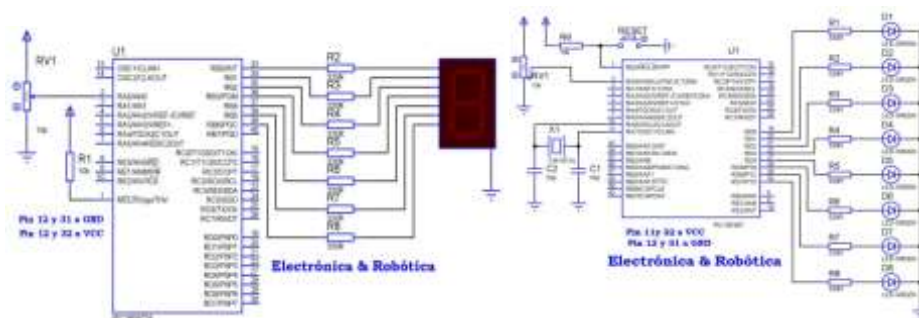
8.3. ¿CÓMO SE ACONDICIONARAN LAS SEÑALES DE LOS TANQUES PARA EL SISTEMA?

A partir de los datos obtenidos en el cuadro 4 se pensó implementar las siguientes opciones para la preparación de la señal:

8.3.1. Opción 1. Para el acondicionamiento de las señales se utilizará un Conversor Análogo-Digital (A.D.C) los datos que arroja el sensor de ultrasonido, se pueden codificar para ser utilizados en el monitoreo.

El sensor tendrá unos voltajes máximos a la alimentación hasta de 24 voltios o de 4 a 20 mA y la salida será establecida en la programación del conversor. Como se puede ver en el sensor del líquido, para lograr esto, se diseñará una codificación del sistema para establecer la comunicación GSM dentro del sistema.

Figura 19. Acondicionamiento De La Señal.



Fuente: micro controlador [en línea] [consultado el 20 de marzo] disponible en internet: <http://electronicayrobotica.wordpress.com/2013/03/23/uso-del-adc-con-pic16f877-display-de-7-segmentos/>

8.3.2. Opcion 2. Utilizar un P.L.C (Programador lógico controlable) que me identifique las señales en tiempo real y que las transforme en señales de corriente entre 4 a 20 mA para la distribución de datos a la planta de operaciones.

Figura 20. Esquema de un P.L.C.



Fuente: Sena virtual. Curso Programadores lógicos controlables PLC 1.

A continuación se mostraran Las ventajas de los P.L.C:

- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor coste de mano de obra de la instalación.
- Permite establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales permiten la comunicación y el intercambio de datos entre autómatas a tiempo real. En unos cuantos milisegundos pueden enviarse telegramas e intercambiar tablas de memoria compartida.

Una de las funciones que favorecerá el proyecto es que estos elementos poseen un módulo de comunicación interno GSM que al implementarse una antena facilitaría la comunicación de los datos, El problema radica en que se tendrá que implementar a cada tanque un P.L.C, luego no sería muy económico.

A partir de los anteriores conocimientos se procedió a determinar cuál es el sensor más viable a implementar en el proyecto:

Cuadro 6. Selección De Componentes Para Acondicionamiento.

| Criterios de evaluación de acondicionamiento | | |
|--|-----------------------------|---------------|
| Criterios de evaluación | Micro controladores con GSM | P.L.C con GSM |
| Riesgo de accidentalidad | - | - |
| Tiempo máximo de vida | + | + |
| Tiempo de mantenimiento | + | + |
| Costos de Repuestos | + | - |
| Cumple con las normas IP | + | + |
| Consumo de energía | + | - |
| Información al usuario | - | + |
| Tamaño | + | - |
| Fuente de alimentación | + | 0 |
| Usabilidad de la maquina | + | + |
| Autonomía del sistema | + | + |
| Economía del sistema | + | - |
| Positivos | +10 | +6 |
| Iguals | 0 | 1 |
| Negativos | 2 | 5 |
| Total | 8 | 1 |
| Selección | SI | NO |

8.4. ¿CÓMO SE ESTABLECERÁ LA INTERFAZ CON EL USUARIO?

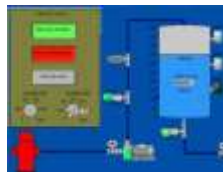
La interfaz es muy importante a la hora de implementar cualquier proyecto puesto que es necesario tener una herramienta práctica, fácil de utilizar y económica, los empresarios dependen de esto para determinar cómo está el nivel del tanque para así tomar medidas en la reposición del combustible y así no tener problemas con las plantas de emergencia en la ciudad de Cali. Por esta razón se determinaron alternativas para su selección:

8.4.1. Opción 1. La empresa Emcali Eice-Esp telecomunicaciones tiene excelentes implementos en la parte de comunicación, por esto, se implementara vía web, la interfaz y se usara el lenguaje H.T.M.L (lenguaje de marcado de hipertexto). Sus características son:

- El Web podrá distribuir la información repartida en páginas no muy grandes enlazadas entre sí.
- El Web son de hipertexto y deben ser de fácil navegación por la misma.
- Tiene que ser compatible con todo tipo de ordenadores y con todo tipo de sistemas operativos.
- La información entregada para el usuario será de fácil entendimiento.
- En la página web de la empresa se puede monitorear el proyecto
- Posibilidad de crear paneles de alarma que exigen la acción del operador para reconocer una parada o situación de alarma

8.4.2. Opción 2. Se utilizara un interfaz con lenguaje S.C.A.D.A en donde la interacción con el usuario será a través de módulos que se pueden diseñar en cualquier tipo de ordenador de computación, este programa debe tener la línea fija de internet para distribución de datos de cualquier sistema y establecer cualquier tipo de red en un sistema a tiempo real.

Figura 21. Interfaz S.C.A.D.A De Un Sistema De Nivel De Un Tanque.



Fuente: Simulación sistema S.C.A.D.A [en línea] [consultado el 20 de marzo]
disponible internet: <http://www.youtube.com/watch?v= QDy4y-r1Bc>

A continuación se mostraran las siguientes ventajas de implementar un sistema S.C.A.D.A.¹²:

- Posibilidad de crear paneles de alarma que exigen la acción del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.
- Generación de históricos de señal de planta que pueden ser transferidos para su proceso sobre una hoja de cálculo.
- Ejecución de programas que modifican la ley de control, o incluso del programa total sobre el autómeta, bajo ciertas condiciones.
- Posibilidad de programación numérica que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador, y no sobre la del autómeta.

Cuadro 7. Selección de componentes para la interfaz.

| Criterios de evaluación | Criterio selección de nivel | |
|--------------------------|-----------------------------|-----------|
| | H.T.M.L | S.C.A.D.A |
| Riesgo de accidentalidad | 0 | 0 |
| Tiempo máximo de vida | + | + |
| Tiempo de mantenimiento | + | + |
| Costos de Repuestos | + | - |
| Cumple con las normas IP | 0 | 0 |
| Consumo de energía | - | - |
| Información al usuario | + | + |
| Tamaño | 0 | + |
| Fuente de alimentación | 0 | 0 |
| Usabilidad de la máquina | + | + |
| Autonomía del sistema | + | + |
| Economía del sistema | - | + |
| Positivos | +6 | +7 |
| Iguals | 4 | 4 |
| Negativos | 2 | 2 |
| Total | 4 | 5 |
| Selección | No | Si |

¹² Carlos C. Lozano, Cristóbal R. Morales Introducción a S.C.A.D.A.[en línea] [consultado en junio 20 del 2013] Disponible en internet: <http://www.uco.es/grupos/eatco/automatica/ihm/descargar/scada.pdf>

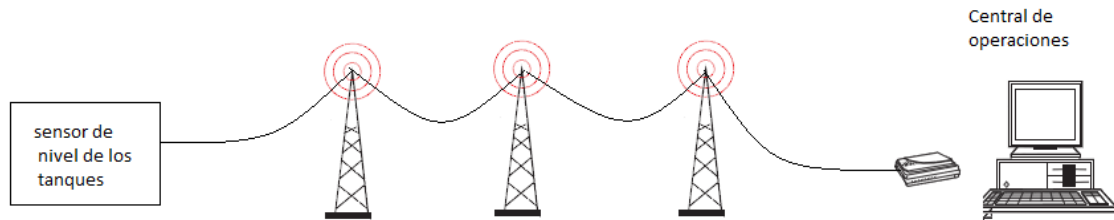
8.5. ¿CÓMO SE TRANSPORTARÁN LOS DATOS DE LOS TANQUES A LA CENTRAL DE OPERACIONES?

Para la empresa Emcali telecomunicaciones, los trabajadores mantienen labores dentro y fuera de la zona de trabajo, pues ellos operan máquinas en zonas fuera de la central de operaciones, llamado “terreno”. La empresa tiene 31 plantas de emergencia distribuidas alrededor de la ciudad de Santiago de Cali en el Valle del Cauca, la distancia más lejana por una de las plantas es de aproximadamente 30 km de la central de operaciones situada en el corregimiento de Dapa.(Municipio de Yumbo).

Conociendo esta información es necesario establecer las siguientes formas para transmitir todos los datos así:

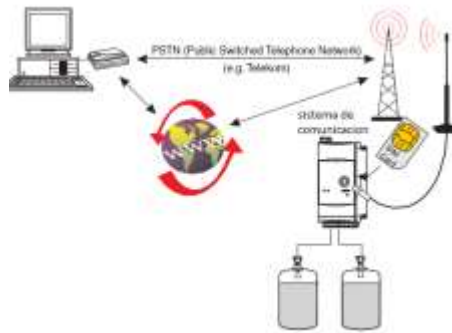
8.5.1. Opción 1. Para cada central de operaciones se implementara en la codificación, una señal análoga de 4 a 20 mA, el voltaje que entregan los sensores podrá ser distribuido por cables a través de los postes que se encuentran distribuidos en la ciudad hasta llegar a la central de operaciones.

Figura 22. Distribución De Cables A La Central De Operaciones.



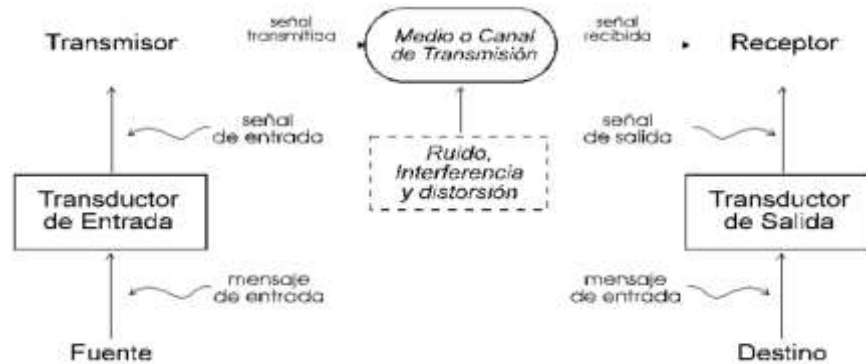
8.5.2. Opción 2. Otra comunicación a larga distancia es implementar en cada tanque un módulo GSM/GPRS, una pantalla LCD, una antena de radiofrecuencia y una Sim Card la cual estará referenciada al operador de telecomunicaciones que tenga asociada la empresa Emcali y los datos serán enviados a una caja de procesamiento donde mediante una alarma indicara los niveles de combustible bajo, medio, alto y de esta manera se tomen las acciones correspondientes.

Figura 23. Sistema de comunicación GPS/GPRS.



8.5.3. Opción 3. La comunicación será a través de radio frecuencia las cuales son ondas electromagnéticas que viajan a la velocidad de la luz en el espacio libre. Para ello se necesitan una antena de transmisión, un canal que distribuya los datos y un receptor que acepte estos datos para luego ser codificados.

Figura 24. Forma De La Radio Frecuencia.



El problema de la radio frecuencia radica en que cada una de las señales de los tanques tienen que estar por un medio de canal de antenas de una longitud máxima de 2 kilómetros para que haya distribución de datos logrando llegar a su sitio de destino, también presenta problemas con el ruido, interferencias, distorsión y es costoso para la compañía su implementación.

A continuación se hará una evaluación para determinar qué tipo de concepto se implementara en el proyecto:

Cuadro 8. Evaluación Del Tipo De Comunicación.

| Criterios de evaluación de acondicionamiento | | | |
|--|-----------|------------------|------------------|
| Criterios de evaluación | Por cable | Radio frecuencia | Comunicación GSM |
| Riesgo de accidentalidad | - | - | - |
| Tiempo máximo de vida | + | + | + |
| Tiempo de mantenimiento | + | + | + |
| Costos de Repuestos | + | - | - |
| Cumple con las normas IP | - | + | + |
| Consumo de energía | 0 | 0 | 0 |
| Información al usuario | - | + | + |
| Tamaño | - | - | + |
| Fuente de alimentación | 0 | 0 | 0 |
| Usabilidad de la maquina | + | + | + |
| Autonomía del sistema | - | + | + |
| Economía del sistema | + | - | - |
| Positivos | +5 | +2 | +7 |
| Iguales | 2 | 1 | 2 |
| Negativos | 5 | 4 | -3 |
| Total | 0 | +2 | +4 |
| Selección | NO | NO | SI |

A partir de todos los análisis de conceptos se seleccionó un sistema que consta de una fuente de 24 voltios, el sensor non- touch, un sistema de micro controlador con gsm, el software será de tipo scada y la red inalámbrica gps/gprs.

9. PRUEBA DE CONCEPTOS

A partir de la selección de conceptos se pensó entonces implementar las tres aplicaciones importantes para demostrar como quedara instalado el sistema, su fuente de voltaje y una simulación en HMI mostrando como quedara el proyecto para la empresa Emcali telecomunicaciones.

Se implementó la fuente rectificadora simulada en un programa llamado PROTEUS una fuente de alimentacion variable de 24 voltios con una corriente de 0.24 mA, lamentablemente no se pudo simular con una corriente de un amperio pues en el software no se puede cambiar el amperaje del transformador para su simulación real.

Figura 25. Fuente de Alimentación.

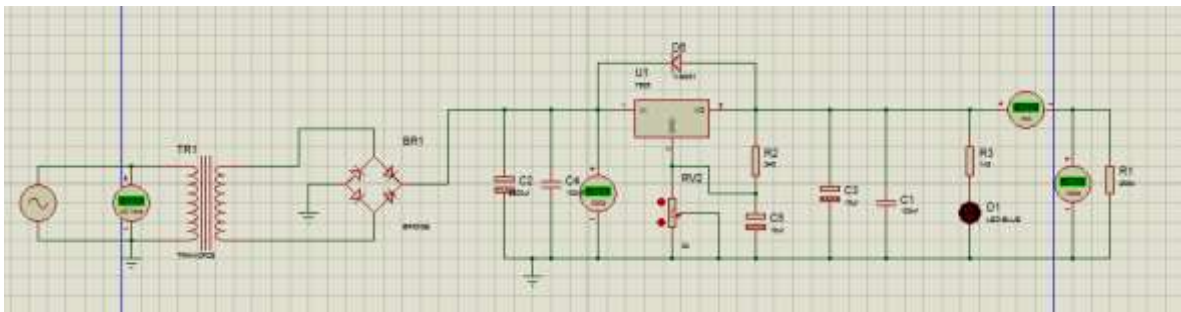
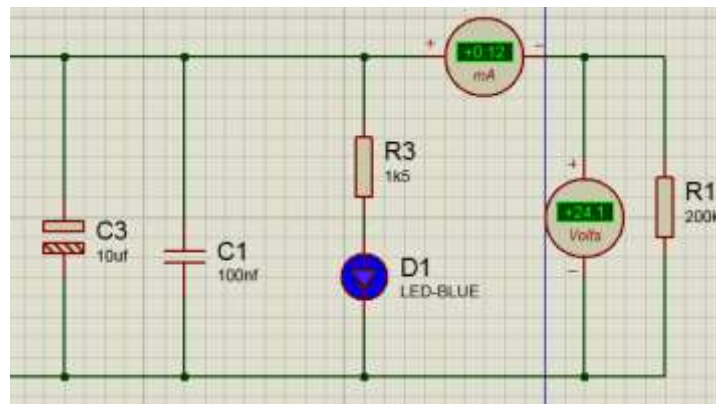


Figura 26. Salida de la Fuente

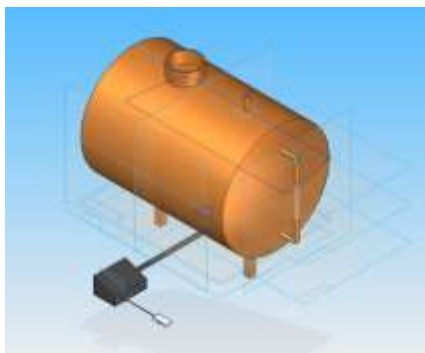


En la figura 25 se puede apreciar un rectificador de onda completa con un filtro y con una resistencia variable que modifica el voltaje de salida hacia el sistema que

esta después del transformador. En la figura 26 al ser simulado el sistema podemos apreciar que la fuente puede generar el voltaje correspondiente al sistema a implementar. Además, Se diseñó un modelo a escala en Solidedge, un software simulador a ser implementado en el sistema de tanques.

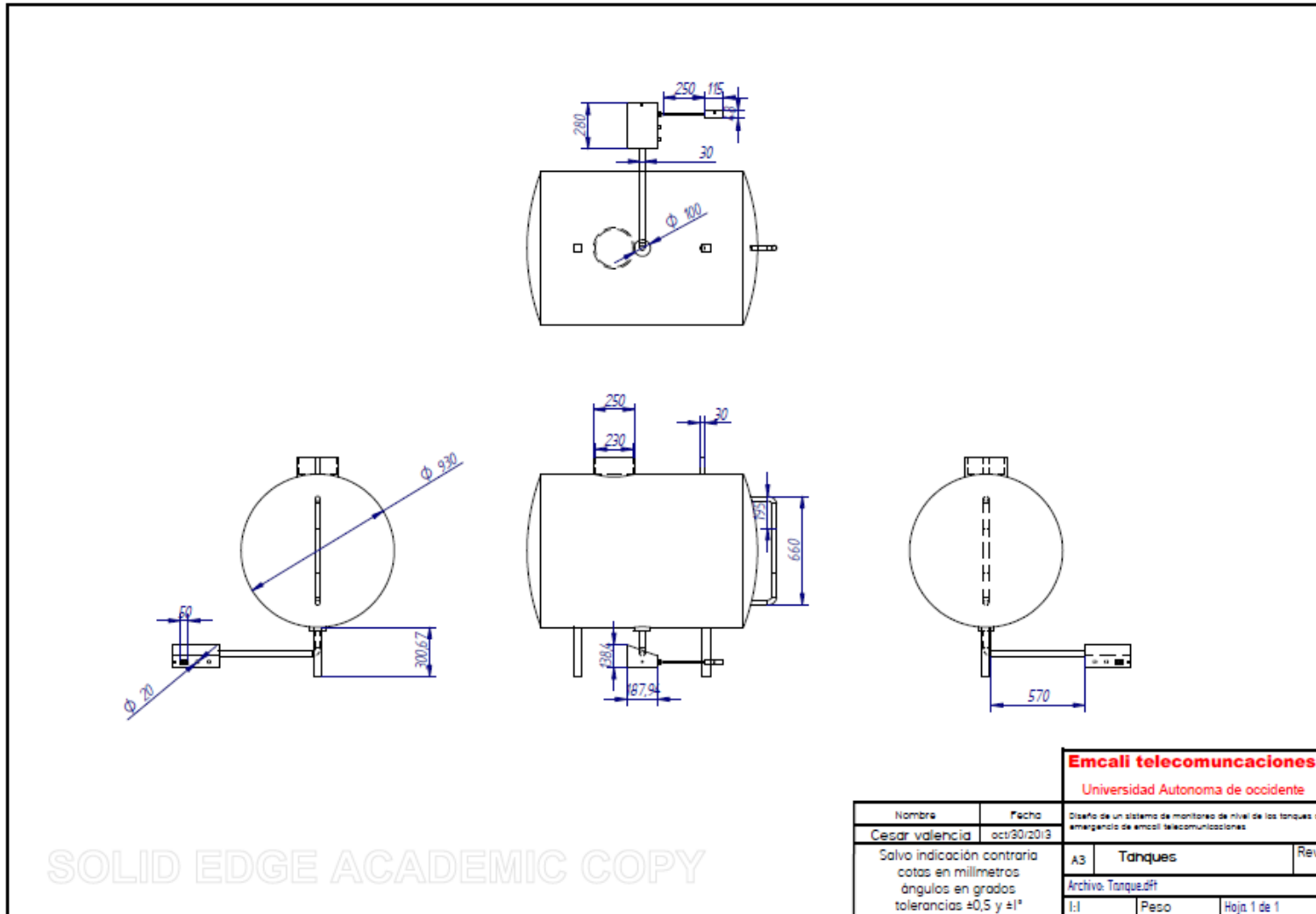
A continuación mostraremos su simulación y sus planos.

Figura 27. Simulación del Tanque



Fuente: Emcali telecomunicaciones tanque sede Colon, tomadas las medidas por el ingeniero Rogelio pinillo

Figura 28. Vistas del tanque a) superior, b) lateral, c) inferior

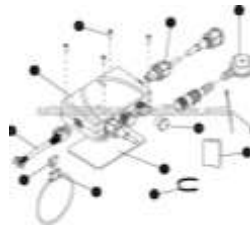


Se pensó hacer una simulación SCADA/HMI de los tanques simulando su proceso, lamentablemente los software para hacer estos tipos de simulaciones es necesario pagar antes de simular los tanques.

9.1. LISTA DE COMPONENTES

A continuación mostraremos todos los implementos necesarios para un solo tanque, estos componentes, serán lo mismo para los demás.¹³

Figura 29. Componentes para los tanques



Cuadro 9. Componentes Para Los Tanques.

| MATERIALES | CANTIDAD | MARCA |
|---|----------|-------------|
| Caja de procesamiento de datos | 1 | HK Huracane |
| sensor de ultrasonido non-touch | 1 | |
| Modulo GPS | 1 | |
| Antena GPS | 1 | |
| Fuente de 12 voltios | 2 | Netion TM |
| Cable extensión de 1 metro del sensor | 1 | HK Huracane |
| yugos de metal para la fijación del cable de los radiadores de ultrasonidos | 4 | |
| línea de poder 9 a 34 voltios | 1 | |

¹³ Sistema de monitoreo de nivel. [en línea] [consultado junio 25 del 2013] Disponible en la internet: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/gps-fuel-level-monitoring-system-with-fuel-tank-sensor-916025353.html>

10. ANÁLISIS ORGANIZACIONAL

Se realizó un análisis organizacional con la siguiente pregunta: ¿Cómo beneficiara el diseño de este sistema y su implementación en las plantas de emergencia en Emcali telecomunicaciones?

A partir de la implementación de este proyecto Emcali telecomunicaciones tendrá como beneficio redistribuir las funciones de los operarios que ejercían la labor de control del nivel de combustible de los tanques. Estas personas podrán realizar otras actividades importantes para la compañía

10.1. RESPONSABILIDADES OPERATIVAS

- Conocer el nivel de combustible de los tanques para determinar la reposición del mismo y en caso extremo que se avise con una alarma cuando se presente un nivel mínimo.
- Altos tiempos requeridos por los operarios y consumo de gasolina en su transporte a los operarios para el chequeo de los niveles de los tanques.
- Establecer capacitaciones en la selección y preparación de personal para operar el sistema de niveles de las plantas de emergencia.
- Programar una ruta eficiente de reposición del combustible a los tanques

10.2. RESPONSABILIDADES POR CARGO OPERARIO

- Mantenimiento por parte del departamento de equipos de apoyo para su constante chequeo a los tanques de las plantas de emergencia.
- Asesorarse constantemente sobre los niveles de los tanques para determinar los consumos de combustible a la empresa.

Figura 30. Tanque de emergencia foto tomada con autorización del ingeniero Rogelio pinillo por Cesar Valencia (Propiedad de Emcali telecomunicaciones).



En la figura 30 se observa el tanque con su protección una reja de seguridad para su control y cuidado, encerrándolo para prevenir hurtos o disminución inconsistentes del nivel del tanque, pero aun así, no es suficiente para realizar un control general por cada tanque. Además podemos apreciar al lado derecho que tiene un pequeño flujo en donde se mira el nivel, esto provoca poco entendimiento y problemas de ergonomía a las personas durante la medición de nivel de combustible para la empresa.

Figura 31. A) y B) Planta de emergencia. Foto tomada con autorización del ingeniero Rogelio pinillo por Cesar Valencia (Propiedad de Emcali telecomunicaciones).



(A)



(B)

En el siguiente cuadro se muestran las responsabilidades del operador del sistema y las propuestas realizadas por este proyecto:

Cuadro 10. Funciones operativas y propuesta realizada.

| Responsabilidades | Propuesta |
|---|--|
| Registro general de todos los niveles de los tanques de emergencia de Emcali telecomunicaciones | El sistema suplirá esta función |
| Tiempo en determinar que tanque requiere prioridad para su llenado | El sistema suplirá esta función |
| Costos inducidos a la empresa por verificar físicamente estos niveles | El sistema suplirá esta función |

Como podemos ver en el cuadro 10, el proyecto suplirá y cumplirá ciertas responsabilidades laborales en el chequeo y monitoreo del combustible en la empresa Emcali telecomunicaciones.

11. DISTRIBUCIÓN GEOMÉTRICA

La empresa Emcali Telecomunicaciones al ver que este sistema es de gran utilidad y necesario para su control lo instalaran en todos los tanques que tienen en la ciudad de Santiago de Cali, estableciendo un mapa para determinar exactamente el sitio exacto donde los instalara y así poder ver con claridad la magnitud del proyecto y su implementación en cada tanque.

Figura 32. Distribución de los tanques en Cali.



Fuente: gobernación del valle Comunas de Cali, 2013 [en línea] [consultado el 3 de julio del 2013] disponible en internet: www.cali.gov.co/publico2/comunas/-imagenes/calimap8.pdf

A continuación nombro los sitios donde se encuentran los tanques y la cantidad que poseen en el lugar:

Cuadro 11. Distribución de tanques en la ciudad.

| Posición | Ubicación | Cantidad de tanques |
|----------|---|---------------------|
| 1 | TERRÓN COLORADO | 1 |
| 2 | VERSALLES | 1 |
| 3 | FLORA IV | 1 |
| 4 | JUMBO | 1 |
| 5 | EL PEÑON | 1 |
| 6 | PLAZA DE CAICENDO Entre Cra 6 y Cra 7. | 2 |
| 7 | SALOMIA | 1 |
| 8 | SAN LUIS | 1 |
| 9 | GUABITO | 1 |
| 10 | SAN FERNANDO entre Cra 23 | 1 |

Tabla 11. (Continuación)

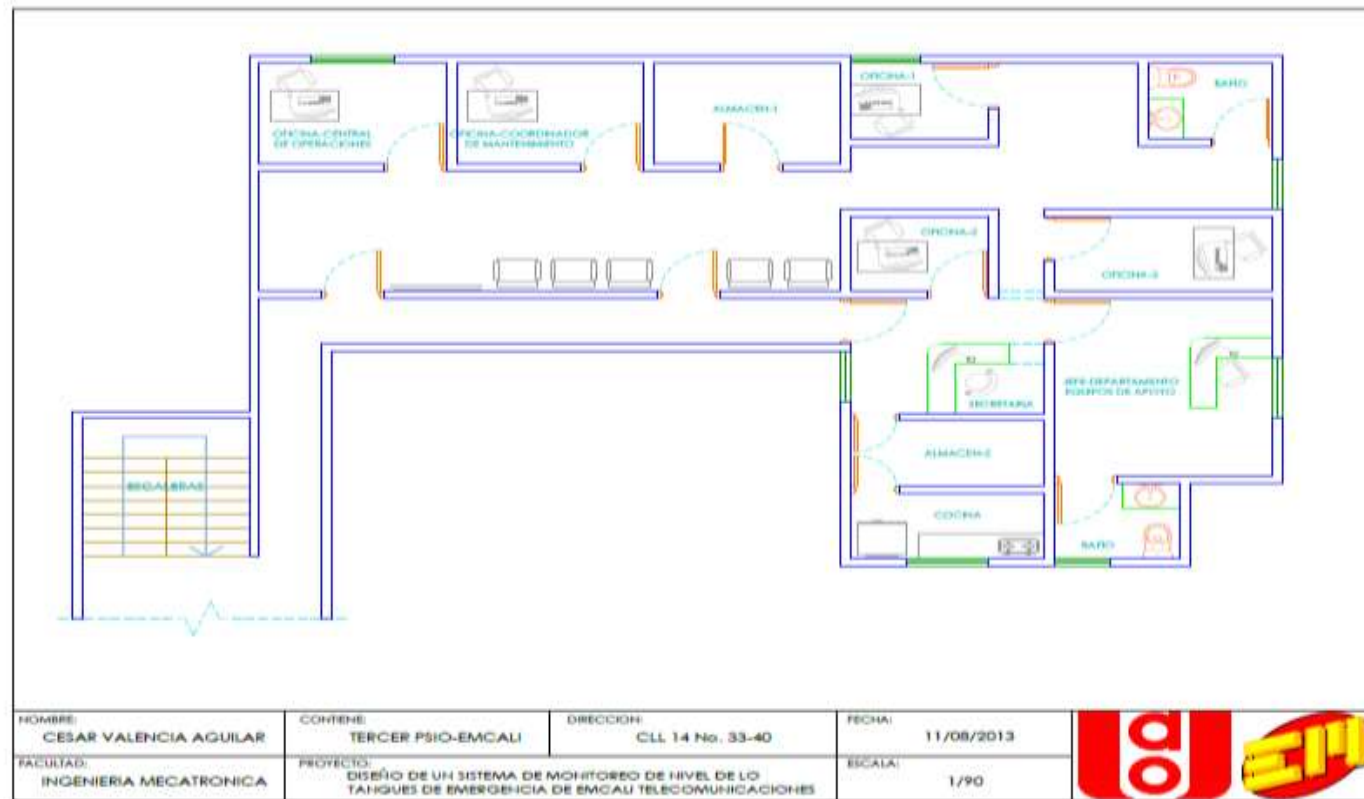
| | | |
|-----------|---------------------------------------|-----------|
| 11 | ALAMEDA entre Cra 24 y Cra 25 | 2 |
| 12 | SAN FERNANDO Con cra 28 con cli 6. | 1 |
| 13 | HOSPITAL UNIVERSITARIO DEL VALLE. | 1 |
| 14 | CRISTOBAL COLON | 2 |
| 15 | TEQUENDAMA | 1 |
| 16 | UNION DE VIDA POPULAR | 1 |
| 17 | EL POBLADO 1 | 1 |
| 18 | MARROQUIN | 1 |
| 19 | PRADOS DEL SUR | 1 |
| 20 | LIMONAR | 3 |
| 21 | DECEPAZ | 1 |
| 22 | PANCE entre calle 20 y 22A | 1 |
| 23 | JAMUNDI | 1 |
| 24 | TORRE DE 3 CRUCES | 1 |
| 25 | DAPA | 1 |
| 26 | PEÑAS NEGRAS | 1 |
| | TOTAL | 31 |

Como podemos apreciar en la figura 33 existen 31 tanques de combustible distribuidos en la ciudad, lo cual hace muy dispendiosa y costosa la asignación de personal para controlar el nivel de los mismos y tomar acciones para su llenado. Es por esta razón que es necesario verificar a nivel real del combustible para poder emprender la selección tanto de conceptos como de la tecnología a implementar en el proyecto.

La sede de Colon de la empresa Emcali telecomunicaciones, como se puede ver en la figura 34, está conformada la empresa de 2 baños, 6 oficinas, 2 almacenes y una cocina., la idea del proyecto es que se instale el software en una de las oficinas para que sea la central de operaciones a cargo del ingeniero Rogelio Pinillo en donde él pueda monitorear y chequear el nivel de los tanques para asignar el personal necesario de llenado de los tanques.

A continuación se mostrara una distribución organizacional general del sistema para determinar el centro de control y quien será el encargado de dicha labor.

Figura 33. Forma y distribución del sistema.



Fuente: Emcali telecomunicaciones, sede colon. Piso 3. Departamento de equipos de apoyo.

12. PRESUPUESTO

De acuerdo a los requerimientos del cliente se harán algunas cotizaciones de las herramientas para su implementación¹⁴.

Cuadro 12. Tabla Del Precio Del Sistema.

| Materiales | Cantidad | Marca | Precio Por Unidad | Precio total |
|---|-----------------|----------------|--------------------------|-------------------------|
| Caja de procesamiento de datos | 1 | HK Huracane | \$400.000 | \$400.000 |
| sensor de ultrasonido non-touch | 1 | | \$265.000 | \$265.000 |
| Modulo GPS | 1 | | | |
| Antena GPS | 1 | | \$393.634 | \$393.634 |
| Fuente de 12 voltios | 2 | Netion TM | \$40.000 | \$80.000 |
| Cable extensión de 1 metro del sensor | 1 | HK Huracane | \$20.000 | \$20.000 |
| yugos de metal para la fijación del cable de los radiadores de ultrasonidos | 4 | | \$20.000 | \$20.000 |
| línea de poder 9 a 34 voltios | 1 | | \$10.000 | \$10.000 |
| Interfaz | 1 | HK Huracane | \$800.000 | \$800.000 |
| | | | Total | \$ 2.382.268 |

A partir de estos materiales se obtiene el costo total de los implementos del proyecto, sin embargo, hay que considerar unos porcentajes importantes que son los datos de la A.I.U (administración, Imprevistos, Utilidad) del proyecto haciéndose necesario tener estos factores para la puesta en marcha en la empresa.

¹⁴ Venta de equipos industriales, Sistemas para medir nivel[en línea] [consultado en octubre 20 del 2013] Disponible en internet: www.alibaba.com

Cuadro 13. Matriz A.I.U del proyecto.

| A.I.U | |
|-----------------------|-------------|
| Administración | \$357.340 |
| Imprevistos | \$238.227 |
| Utilidad | \$833.794 |
| Total | \$3.811.629 |

Fuente: Andrés Felipe Navas Escobar, universidad autónoma de occidente 2013.

13. BENEFICIOS GENERADOS POR EL PROYECTO

- Disminución de riesgos ergonómicos evitando la fatiga que generan las tareas repetitivas cuando se realiza el proceso de verificación de nivel para los diferentes tanques distribuidos en la ciudad.
- Eliminación de riesgos de accidente por desplazamiento en un vehículo
- Control general de los niveles de cada uno de los tanques distribuidos en la ciudad porque se puede determinar diferentes factores por la pérdida o disminución del combustible.
- Tiempo en determinar el nivel de cada tanque para así dirigirse al sitio que tenga prioridad en ser llenado.
- El sistema beneficia la organización de la planta obteniendo rendimiento en el espacio de trabajo y tiempo para los trabajadores para ser dedicados a otras actividades necesarias para la compañía.
- Compatibilidad de elementos del sistema en la central de operaciones a cada uno de los tanques para así tomar medidas a nivel industrial.

14. .ESTUDIO DE VIABILIDAD - CONSTRUCCIÓN DEL FLUJO DE FONDOS

Actualmente una de las aéreas importantes de la Mecatronica es la instrumentación de equipos para medir niveles, temperaturas, entre otros. La empresa desea montar un sistema de monitoreo de nivel para los tanques de las plantas de emergencia de Emcali telecomunicaciones con el cual podría dar solución a los problemas de medición y control de estos niveles.

Se realizó el diseño del proyecto y el estudio de mercado para conocer el nivel de aceptación del producto por parte del cliente, el proyecto se plantea para ser implementado en 36 meses (3 años) sobre el cual se tiene la siguiente información:

El diseño del proyecto implico 6 meses, 1 ingeniero Mecatronico con un salario de \$1.500.000 mensual, 1 asesor ingeniero electrónico de la faculta de ingeniería de la universidad autónoma de occidente de \$800.000, 1 asesor ingeniero electrónico con un salario de \$1'000.000, en materiales se gastó \$150.000 y en software \$3.500.000 que se deprecian de acuerdo a la ley (10 años)

Su montaje para un solo tanque dura 1 mes y los materiales de montaje cuestan \$1'582.268, la mano de obra para la instalación será de \$1'800.000 a todo costo, el manual de proceso dura un mes y tiene un costo aproximado de \$3'000.000.

Del diseño se estableció la información para el presupuesto de ganancia y para los costos de mantenimiento para obtener los costos fijos y variables.

El primer mes serán montados 1, durante 2 meses serán montados 2, del 3 mes en adelante se montaran 1 y se estabiliza en esa cantidad hasta llegar a los 30, pues en el 7 mes se montara 1 para su prueba.

Los costos variables se tienen:

- Mano de obra directa: \$1'473.720^[15], dado a que un ingeniero se le paga por hora \$12.281 y se piensa que el ingeniero trabaje en las 4 horas diarias. Los costos de la parte administrativa en la operación del proyecto son:

- Salario personal administrativo: \$2'841.960¹⁵ entre ellos están el operador permanente del sistema que estará a cargo el ingeniero eléctrico con un salario de \$1.800.000, en energía por de kilowatts por hora es de aproximadamente \$260.490¹⁶.
- Gastos varios: \$500.000

Por cada sistema que se implemente en cada tanque, la empresa tendrá una eficiencia y un ahorro de aproximadamente \$4'599.058, explicado de la siguiente manera

- Salario del personal: \$600.000¹⁷
- Recorrido: \$4.009.558 Cada galón cuesta aproximadamente \$8910,13 y son aproximadamente 30 carros que tienen que hacer el recorrido para verificar cada tanque de emergencia, cada carro tiene que hacer un recorrido máximo de 30 km a la ciudad y los carros gastan aproximadamente 50 km/galón¹⁸.

La inflación anual es del 5%. Se aplica la depreciación de ley. Teniendo en cuenta toda esta información, se diseñó un flujo de fondos para saber su viabilidad como se muestra a continuación:

¹⁵ Escala de ingresos de los ingenieros, 2008[en línea][consultado el 20 de septiembre del 2013] Disponible en internet:

<http://www.laneros.com/temas/escala-salarios-de-la-aciem-para-ingenieros.111882/>

¹⁶ Precio Emcali energía[en línea][consultado el 20 de noviembre del 2013], disponible en internet:

http://www.upme.gov.co/generadorconsultas/Consulta_Series.aspx?idModulo=3&tipoSerie=68&grupo=270&fechainicial=01/01/1999&fechafinal=01/10/2012

¹⁷ Salario mínimo en Colombia[en línea][consultado el 20 de noviembre del 2013],, disponible en internet:

<http://resultadosbaloto.blogspot.com/2011/12/salario-minimo-colombia-2012-2013-smmlv.html>

¹⁸ Precio galón en Colombia, Ministerio de minas año 2012[en línea][consultado el 20 de noviembre del 2013], disponible en internet:

http://www.upme.gov.co/generadorconsultas/Consulta_Series.aspx?idModulo=3&tipoSerie=68&grupo=270&fechainicial=01/01/1999&fechafinal=01/10/2012

Cuadro 14. Matriz Flujo De Fondos.

| Concepto | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | M9 | M10 | M11 | M12 | M13 | M14 | M15 | M16 | M17 | M18 | M19 |
|-------------------------------------|--------|--------|------|------|------|------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Costo de desarrollo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proceso de diseño | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| m.o | 550 | 550 | 550 | 550 | 550 | 550 | | | | | | | | | | | | | |
| materiales | 500 | 500 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Manual del usuario | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a todo costo | | | | | | | | 3.000 | | | | | | | | | | | |
| Software | 3.500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Depreciacion | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | | | | | | | | | | | |
| Subtotal (-) | 4.579 | 1.079 | 579 | 579 | 579 | 579 | 29 | 3.029 | | | | | | | | | | | |
| Costo de montaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| m.o. | | | | | | | 1.800 | | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 |
| materiales | | | | | | | 1.582 | | 1.582 | 1.582 | 1.582 | 1.582 | 1.582 | 1.582 | 1.582 | 1.582 | 1.582 | 1.582 | 1.582 |
| depreciacion | | | | | | | 13 | 13 | | | | | | | | | | | |
| Subtotal (-) | | | | | | | 3.395 | 13 | | | | | | | | | | | |
| Costo de mercadeo y ventas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estudio de mercadeo | 1.500 | | | | | | | 750 | 750 | | | | | | | | | | |
| Subtotal (-) | 1.500 | | | | | | | 750 | 750 | | | | | | | | | | |
| Costo de producción | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cantidad | | | | | | | | | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| costo variable unitario | | | | | | | | | 1.529 | 1.486 | 1.486 | 1.486 | 1.486 | 1.486 | 1.486 | 1.486 | 1.486 | 1.486 | 1.486 |
| costo fijo unitario | | | | | | | | | 2.560 | 1.280 | 1.280 | 2.560 | 2.625 | 2.500 | 2.500 | 2.500 | 2.500 | 2.500 | 2.500 |
| Costos de producción total unitario | | | | | | | | | 4.089 | 2.766 | 2.766 | 4.046 | 4.111 | 3.986 | 3.986 | 3.986 | 3.986 | 3.986 | 3.986 |
| Costos de producción totales (-) | | | | | | | | | 4.089 | 5.532 | 5.532 | 4.046 | 4.111 | 3.986 | 3.986 | 3.986 | 3.986 | 3.986 | 3.986 |
| Ingresos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cantidad | | | | | | | | | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ganancia | | | | | | | | | 4.009 | 4.009 | 4.009 | 4.009 | 4.209 | 4.209 | 4.209 | 4.209 | 4.209 | 4.209 | 4.209 |
| Ingresos totales (+) | -6.079 | -1.079 | -579 | -579 | -579 | -579 | -3.424 | -3.792 | 4009 | 8018 | 8018 | 8018 | 4209,5 | 4209,5 | 4209,5 | 4209,5 | 4209,5 | 4209,5 | 4209,5 |
| Flujo neto | -6.079 | -1.079 | -579 | -579 | -579 | -579 | -3.424 | -3.792 | -4.212 | -896 | -896 | 590 | -3.284 | -3.159 | -3.159 | -3.159 | -3.159 | -3.159 | -3.159 |

Cuadro 14. (Continuación)

[illegible]

Fuente: Universidad Autónoma De Occidente. Facultad de ingeniería desarrollo de productos Mecatronica profesor: Bernardo Sabogal.

14.1. ANÁLISIS DEL FLUJO DE FONDOS

A partir de los datos mostrados anteriormente se hace un flujo neto, el flujo neto es aquel de demuestra las ganancias del proyecto, como se muestra el proyecto nos da un flujo negativo, además, se hace el valor presente neto que es la vida útil del proyecto restando los costos de los beneficios a 3 años con una tasa de oportunidad del 3% nos muestra un flujo la TIR, y los valores presentes netos

La TIR es un valor crítico y señala la tasa de rentabilidad generada por los fondos invertidos. Mide la rentabilidad del dinero mantenido dentro del proyecto si es mayor a 0 quiere decir que el proyecto es rentable de lo contrario demuestra que no es viable, el proyecto no genera una TIR, pero viendo el flujo neto se considera que no tiene rentabilidad a nivel económico.

Al analizar esto, se determinó que el proyecto no tiene la función de viabilidad económica, Algunos proyectos a nivel público son proyectos que los financia el estado para un propósito de viabilidad en procesos industriales de productividad. Luego, se puede concluir que el proyecto es viable estratégicamente.

15. CRONOGRAMA

Cuadro 15. Cronograma de actividades.

| No. | Etapas | ENERO | | | | FEBRERO | | | | MARZO | | | | ABRIL | | | |
|-----|--|--------|---|---|---|---------|---|---|---|--------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | | semana | | | | Semana | | | | Semana | | | | Semana | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | Identificación de las necesidades | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Establecer Especificaciones Preliminares | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Generar conceptos | | | | | | | | | | | | | | | | |

| No | etapas | Marzo | | | | Abril | | | | MAYO | | | | JUNIO | | | |
|----|--------------------------|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | | Semana | | | | Semana | | | | Semana | | | | Semana | | | |
| | | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 4 | Probar conceptos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Selección de tecnología. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | costes del proyecto | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Estudiante de ingeniería, Cesar Alberto valencia Aguilar de la Universidad Autónoma de Occidente.

16. CONCLUSIONES

- Se realizó un diseño cumpliendo características de selección, calidad y aseguramiento coherente a los requerimientos planteados inicialmente por la empresa; generando un sistema de monitoreo de nivel de los tanques de emergencia de la planta de Emcali telecomunicaciones.
- Se realizaron los estudios de los equipos necesarios para la medición de nivel de los tanques.
- Se generaron los planos y simulaciones de los diseños realizados, requeridos para una posible ejecución.
- Se realizó un presupuesto del proyecto, teniendo en cuenta limitaciones y precios actuales, administración, utilidades, imprevistos con el fin de realizar el estudio de viabilidad de este.
- Utilizando el método de ingeniería concurrente se logró encontrar las necesidades y requerimientos de la empresa con el fin de plantear diferentes soluciones, permitiendo realizar la documentación pertinente del proceso, donde se muestra la selección del diseño más adecuado.
- Se determinó que el diseño del sistema de monitoreo de nivel de la plantas de emergencia de Emcali telecomunicaciones no es viable estadísticamente en cuanto a los datos estructurados en el flujo de fondos del proyecto pero es un proyecto de viabilidad estratégico en cuanto al favorecimiento de servicios y producción de productividad laboral dentro de la empresa
- Con este diseño, se pudo poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la formación académica universitaria, permitiendo tener una relación teórico-práctica, que genere el cambio de información con el fin de adquirir un crecimiento profesional, por medio de experiencias y relaciones interpersonales.

17. RECOMENDACIONES

- Es necesario implementar en cada tanque una conexión de energía aparte a la de la planta de energía para así poder hacer su chequeo constantemente de cada tanque.
- Cada implemento para las herramientas seleccionadas tiene una duración de envío entre 5 a 7 días normalmente dependiendo del tipo de envío y del tipo de cotización que se haga a la empresa.
- Es necesario tener en cuenta los principios de mantenimiento del sistema de polvo, mala limpieza, entre otros, provocaría un error de la medición.

BIBLIOGRAFÍA

Andrés F. Navas. Identificación, necesidades y generación de conceptos. Universidad autónoma de occidente 2013

Antonio Creus Instrumentación Industrial 7 edición Barcelona 1998. [Consultado en marzo 3 del 2013]. pág. 199-200

Carlos C. Lozano, Cristóbal R. Morales Introducción a S.C.A.D.A.[en línea] [consultado en junio 20 del 2013] Disponible en internet: <http://www.uco.es/grupos/eatco/automatica/ihm/descargar/scada.pdf>

Costo Del Montaje. Cali 2013 Colsein medición y Automatización Ltda.
Jeannette A. German. Medición de niveles [en línea] [consultado en enero 28 del 2013], I. Disponible en internet: <http://www.industriaynegocios.cl/Academicos/AlexanderBorger/Docts%20Docencia/Seminario%20de%20Aut/trabajos/2001/Alvarez%20Labarca/Medicion%20de%20Niveles.htm>

Definición de sensor [en línea][consultado en febrero 1 del 2013]. Disponible en internet: <http://es.scribd.com/doc/50052577/Definicion-de-sensor>

Despliegue de la Función de calidad [en línea] [Consultado el mayo 20 del 2013] Disponible en internet: <http://www.icicm.com/files/QFD.pdf>

Escala de ingresos de los ingenieros, 2008[en línea][consultado el 20 de septiembre del 2013] Disponible en internet: <http://www.laneros.com/temas/escala-salarios-de-la-aciem-para-ingenieros.111882/>

Fiélgate FXA520. Colsein medición y Automatización Ltda. Katherine E. Muñoz Cali 2013. Ingeniera Mecatronica [en línea]. Universidad autónoma de Occidente. [consultado el 20 de febrero del 2013] Disponible en internet: <http://www.mx.endress.com/#product/FXA520>.

Gallons to Cubic Meters Conversion 2012 [en línea] [consultado en mayo 13 del 2013] Disponible en internet: <http://www.metric-conversions.org/es/volumen/galones-estadounidenses-liquidos-a-metros-cubicos.htm>

Ing. Henry Díaz Sistema S.C.A.D.A. Fundamento teórico [en línea] [Consultado el mayo 20 del 2013] disponible en internet: <http://hamd.galeon.com/>

ITU (International Telecommunication Union) [consultado el mayo 20 del 2013] [en línea] disponible en internet: <http://www.tiaonline.org/policy/trade/international-telecommunication-union-itu>

Méndez Arnaldo. Generación de Conceptos [en línea] Cali 2013 Universidad Autónoma de Occidente [Consultado el mayo 20 del 2013]. Disponible en internet: <http://electronicayrobotica.wordpress.com/2013/03/16/uso-del-adc-con-pic16f887-encender-leds/>

Precio Emcali energía[en línea][consultado el 20 de noviembre del 2013], disponible en internet: http://www.upme.gov.co/generadorconsultas/Consulta_Series.aspx?idModulo=3&tipoSerie=68&grupo=270&fechainicial=01/01/1999&fechafinal=01/10/2012

Precio galón en Colombia, Ministerio de minas año 2012[en línea][consultado el 20 de noviembre del 2013], disponible en internet: http://www.upme.gov.co/generadorconsultas/Consulta_Series.aspx?idModulo=3&tipoSerie=68&grupo=270&fechainicial=01/01/1999&fechafinal=01/10/2012

Salario mínimo en Colombia[en línea][consultado el 20 de noviembre del 2013],, disponible en internet: <http://resultadosbaloto.blogspot.com/2011/12/salario-minimo-colombia-2012-2013-smmlv.html>

Sistema de monitoreo de nivel. [en línea] [consultado junio 25 del 2013] Disponible en la internet: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/gps-fuel-level-monitoring-system-with-fuel-tank-sensor-916025353.html>

Venta de equipos industriales, Sistemas para medir nivel[en línea] [consultado en octubre 20 del 2013] Disponible en internet: www.alibaba.com

ANEXOS

Anexo A. Costos De La Empresa De Automatización Colsein



CRA 34 #4D-80 Oficina 205 Edificio San Fernando
Tels: 524 50 60
Fax: 380 01 10
Email: infocali@colsein.com.co
Página Internet: www.colsein.com.co
Cali - Colombia



Formato F-107
Version 1.0
Rev. 9-3-2009

COTIZACION No: CPE223613-0026

Fecha: Enero 31 de 2013

Empresa: EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI -EICE ESP-
Nit: 890399003-4
Atención: Rogelio Pinillo
Teléfono:
Fax:
E-mail: cesar4afz@hotmail.com
Dirección: (Cali - Colombia)

Validez: 20 dias contados apartir de la fecha
Vendedor: Katherine Espinosa
kEspinosa@colsein.com.co
Cel. 316-624-7377

Agradecemos su cordial solicitud y nos complace presentar a su consideración la presente oferta, de acuerdo con la información suministrada por ustedes y conforme a nuestros términos y condiciones generales de venta.

Esperamos que la propuesta cumpla con los requerimientos solicitados. Sin embargo, en caso de requerir cualquier información adicional, por favor no dude en ponerse en contacto con nosotros.

| Item | Cant | Referencia y Descripción | Tiempo de entrega | Valor Unitario | Valor Total |
|------|------|---|-------------------|----------------|----------------|
| 1 | 1 | Micropilot FMR50 Marca E+H Approval: ATEX II 1/2G Ex d[ia] IIC T6 Ga/Gb Power Supply: Output: 2-wire; 4-20mA HART, switch output Display: Operation: SD02 4-line, push buttons +data backup function Housing: GT20 Dual compartment, Alu coated Electrical Connection: Thread NPT1/2, IP66/68 NEMA4X/6P Antenna: Horn 40mm/1-1/2", PVDF encapsulated, -40?130oC/-40...266oF Process Connection: Thread ANSI MNPT1-1/2, PVDF Language: Spanish | 6-8 Semanas | \$8,439,655.00 | \$8,439,655.00 |
| 2 | 1 | Fieldgate FXA520 Modem to connect smart devices, with HART protocol to the internet. Useable for remote monitoring and/or remote maintenance via Internet. Rail mounting 2-channel 45mm. Marca E+H Approval: ATEX II (1)GD (EEx ia) IIC | 6-8 Semanas | \$5,305,029.00 | \$5,305,029.00 |

COTIZACION No: CPE223613-0026

Fecha: Enero 31 de 2013

| Item | Cant | Referencia y Descripción | Tiempo de entrega | Valor Unitario | Valor Total |
|--|------|---|-------------------|----------------|-----------------|
| 3 | 1 | Power Supply: 20-30VAC 20-60VDC Modem Interface: GSM, w/o antenna Antenna GSM Quad band rod 2dB REF: 71059393 Marca E+H | 5-7 Días | \$393,634.00 | \$393,634.00 |
| 4 | 1 | Cerabar MPMP51 Pressure measurement, piezoresistive. Transmitter, design compact. Application: Pressure level. Marca E+H Approval: ATEX II 1/2G Ex ia IIC T6 + ATEX II 2GEx d IIC T6 Output: 4-20mA HART Display, Operation: LCD, push button on display/electronics Housing: F31 Alu, Glass window Electrical Connection: Thread NPT1/2, IP66/68 NEMA4X/6P Sensor Range: 10bar/1MPa/150psi guage,100mH2O/3336H2O/4000mH2O overload: 40bar/4MPa/600psi Calibration, Unit: Sensor range, mbar/bar Process Connection: Thread ANSI MNPT1/2 FNPT1/4, 316L Membrane Material: 316L Language: Spanish | 6-8 Semanas | \$3,087,679.00 | \$3,087,679.00 |
| Elaborado por: Jeisson Zapata Palomino izapata@colsein.com.co | | | Subtotal | | \$17,225,997.00 |
| | | | Impuesto | | \$2,756,159.52 |
| | | | Total | | \$19,982,156.52 |

Anexo B. Materiales del sistema seleccionado.

HK Hurricane Tech. Co., Limited
Shenzhen Hurricane Tech. Co. Ltd.
Address: 6Floor, A Building, Dezhong Industrial Area, Shibe Road, Bantian, Shenzhen, China
Tel: 86-755-89603313(ext.8011) Fax: 86-755-89603303
Website: www.chinaultrasonic.com
Email: sales01@chinaultrasonic.com



2. Quotation of ultrasonic fuel level meter with GPS/GPRS



ULM-0.8 ultrasonic fuel level meter with GPS/GPRS: USD360.00/pcs

Measure range: 18-1000mm.

ULM-2.5 ultrasonic fuel level meter with GPS/GPRS: USD460.00/pcs

Measure range: 50-2500mm.

Lead time: 2-5 working days. MOQ: 2pcs.

Complete set:

1. Data processing box (1 pcs)
2. Ultrasonic radiator with cable 1 meter (1 pcs)
3. Extension cable 6 meter (1 pcs)
4. Fuse-holder (2 pcs.)
5. 1A Fuse (2 pcs.)
6. Interface cable 1 meter (1 pcs)
7. 3M double side scotch for processing box fixation (1 pcs)
8. Cable yokes (4 pcs)
9. Screws for processing box fixation (4 pcs)
10. Covers (4 pcs)
11. User's manual
12. Metal yokes for fixation the cable of the ultrasonic radiator (4 pcs).
13. Seal labels (2 pcs)
14. GPS/GPRS module
15. Software
16. 485 interface cable
17. Serial communication cable
18. Power line
19. GPS antenna
20. GSM antenna